

Universidad de Huánuco

Facultad de Ingeniería

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
AMBIENTAL



TESIS

EVALUACIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO Y SU RELACIÓN
CON LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN EL PROCESO
DE CHANCADO Y MOLIENDA EN LA COMPAÑÍA MINERA
CASAPALCA S.A, PROVINCIA DE HUAROCHIRI, LIMA 2017.

Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO AMBIENTAL

Tesista

Bach. HERMITAÑO MARTINEZ, Alexander Jhonatan

Asesor

Ing. TORRES MARQUINA, Marco Antonio

Huánuco - Perú
2018



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

E.A.P. DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 3.35 horas del día 13 del mes de Diciembre del año 2018, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Inge. María Vanessa Cubatello (Presidente)
Hgo. Johnny Prudencio Tacha Rojas (Secretario)
Hgo. Simón Edmundo Calvo Vargas (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1137-2018-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada:

"Evaluación del material particulado y su relación con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Huera Co. S.A. Provincia de Huancuchirí, Lima 2017,

", presentada por el (la) Bachiller Alexander Jonathan Hermitano para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental Martínez

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: precediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de Buena (Art. 47)

Siendo las 4.45 horas del día 13 del mes de Diciembre del año 2018, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

[Firma]
Presidente

[Firma]
Secretario

[Firma]
Vocal

DEDICATORIA

A Dios por iluminarme en mi camino apropiado.

A mi madre por apoyarme y darme sus sabios consejos y valores motivándome para seguir adelante, que me han permitido ser una persona de justo, que hoy puedo ver sujeta mi meta.

AGRADECIMIENTO

En principio Dios por la vida, fuerza, temple y aptitudes que me brinda cada día.

A la facultad de Ingeniería y al programa académica profesional de ingeniería ambiental de la universidad de Huánuco en especial a los docentes que compartieron sus enseñanzas en mi formación profesional.

A mis familiares que me guían por la vía correcta hacia el triunfo, por su paciencia y apoyo incondicional, sus consejos, comprensión, preocupación y ayuda económica para alcanzar mis metas.

RESUMEN

La investigación se enmarco en la línea de investigación 2: salud pública, ocupacional y ambiente, tuvo como objetivo Evaluar la relación del material particulado con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Metodología.- Estudio de tipo descriptivo correlacional, para muestra empleada para evaluar las enfermedades respiratorias, se consideró a todo el personal que laboran en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca, provincia de Huarochirí, Lima que es un total de 143 trabajadores, para la determinación del número de muestras del material particulado (PM_{10} - $PM_{2.5}$), se consideró un punto de muestreo a 150 metros de planta procesadora trabajadores se evaluó trimestralmente, luego se empleó el análisis estadístico con el paquete SPSS v.23.0. Y con la prueba Correlacional Pearson paramétrico, para establecer la relación entre las variables. Resultados. - Los resultados de la concentración de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ por trimestre, no sobrepasan el estándar de calidad de aire por su parte. El incidente de enfermedades respiratorias por grupo ocupacional se observó que el mayor porcentaje de incidencia se presentó en el personal de planta con un 67.8% (40 casos).

Conclusiones. - Existe semejanza estadísticamente significativa entre el material particulado y las enfermedades respiratorias en los trabajadores en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A.

Palabras clave. Enfermedad respiratoria, Material particulado, Monitoreo, Partículas menores de 2.5 y 10 ug.

ABSTRACT

The investigation was framed in the line of investigation 2: public health, occupational and environment, had like objective Evaluate the relation of the particulate material with the respiratory diseases in the process of crushing and milling of the mining company Casapalca SA, province of Huarochirí, Lima 2017

Methodology.- Correlational descriptive type study, for sample used to evaluate respiratory diseases, was considered to all the personnel that work in the process of crushing and grinding of the mining company Casapalca, province of Huarochirí, Lima which is a total of 143 workers, for the determination of the number of samples of the particulate material (PM10 - PM2.5), a sampling point was considered 150 meters from the processing plant workers was evaluated quarterly, then the statistical analysis was used with the package SPSS v.23.0 . And with the Parametric Pearson Correlational test, to establish the relationship between the variables. Results - The results of the concentration of particulate material PM10 and PM 2.5 per quarter do not exceed the standard of air quality on their part. The incident of respiratory diseases by occupational group was observed that the highest percentage of incidence occurred in the plant personnel with 67.8% (40 cases).

Conclusions.- There is a statistically significant similarity between particulate material and respiratory diseases in workers in the crushing and grinding process at the Casapalca S.A. mining company.

Keywords. Respiratory disease, particulate matter, monitoring, particles less than 2.5 and 10 ug.

ACRÓNIMOS

PM : Material Particulado.

PM10 : Material Particulado menor de 10 Micrómetro.

PM2.5 : Material Particulado menor de 2.5 Micrómetro.

ECA : Estándar de calidad ambiental.

INTRODUCCIÓN

La tesis trata la temática del material particulado (PM_{10} Y $PM_{2.5}$), que se define como las partículas sólidas y líquidas expuestas directamente al aire, tales como el hollín de diésel, polvo de vías, el polvo de la agricultura y las partículas son vector de procesos productivo y mineros.

Así también el problema de las enfermedades respiratorias que son aquellas afecciones que producen desde las fosas nasales hasta los alvéolos pulmonares, alterando así su funcionamiento y llegan a disuadir el correcto intercambio gaseoso.

La investigación de esta problemática ambiental y de salud, se realizó por el interés de evaluar la relación del material particulado con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, lima 2017.

Para evaluar la concentración de material particulado, se obtuvo en cuenta dos indicadores de contaminación que son PM_{10} y $PM_{2.5}$ y se comparó sus resultados con los estándares de calidad ambiental del aire D.S. 003-2017-MINAM.

Para evaluar la relación del material particulado con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, lima 2017, se realizó monitoreos trimestrales del material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y para determinar la incidencia de enfermedades respiratorias, se contó con los reportes trimestrales del sector salud

En el capítulo I, se realizó el planteamiento del problema de investigación; el cual consta de su descripción, formulación, objetivos de la investigación, justificación, limitaciones y viabilidad de la investigación.

En el capítulo II, veremos el marco teórico de la investigación; iniciado con la descripción de los antecedentes internacionales, nacionales y locales, principales bases teóricas, definición conceptual y la formulación de las hipótesis, variables y su operacionalización.

En el capítulo III, se analizó la metodología de la investigación para ello se definió el tipo, enfoque, alcance, tipo de investigación así también se determinó la población, muestra, técnicas y instrumentos de medición de las variables y las técnicas para la presentación de los datos.

En el capítulo IV, se dio referencia a los resultados mediante el procesamiento de datos y la contrastación o prueba de hipótesis de la investigación.

En el capítulo V, se realizó discusión de los resultados con las referencias bibliográficas.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: <i>Marco normativo peruano aplicado a Ecas.</i>	15
Tabla N° 2: <i>Estándares nacionales de calidad ambiental del aire para el material particulado $PM_{2.5}$ Y PM_{10}.</i>	16
Tabla N° 3: <i>Niveles para la identificacon del material particulado PM_{10}.</i>	17
Tabla N° 4: <i>Escalas de monitoreo de calidad del aire.</i>	20
Tabla N° 5: <i>Número de obreros de la planta chancadora y molienda de la compañía Minera Casapalca, Provincia De Huarochirí, Lima.</i>	47
Tabla N° 6: <i>Ubicación de la estación de muestreo.</i>	48
Tabla N° 7: <i>Datos de monitoreo.</i>	51
Tabla N° 8: <i>Genero biológico de la muestra en estudio, 2017.</i>	58
Tabla N° 9: <i>Concentración del material particulado pm 10 por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.</i>	59
Tabla N° 10: <i>Concentración de material particulado $pm_{2.5}$ por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.</i>	60
Tabla N° 11 <i>Temperatura (°C) por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.</i>	61
Tabla N° 12 <i>Porcentaje de la humedad relativa (%) por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Minera Casapalca S.A, .</i>	62
Tabla N° 13: <i>Precipitación (Mm) por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.</i>	63
Tabla N° 14: <i>Velocidad del viento (m/s) por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.</i>	64
Tabla N° 15: <i>Incidencia de enfermedades respiratorias en los grupos ocupacionales por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.</i>	65
Tabla N° 16: <i>Incidencia de enfermedades respiratorias en los grupos ocupacionales por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.</i> ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	69

Tabla N° 17: <i>Relación Entre el material particulado PM_{10} y la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.....</i>	699
Tabla N°18 <i>Relación entre el material particulado $pm_{2.5}$ e incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.....</i>	71
Tabla N° 20 <i>Relación Entre el material particulado e incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.....</i>	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración N°1: <i>Tamaño de las partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$</i>	28
Ilustración N° 2: <i>Sistema respiratorio vs material particulado</i>	35
Ilustración N° 3: <i>Genero biológico en la muestra en estudio, 2017</i>	58
Ilustración N° 4: <i>Concentración del material particulado pm 10 por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017</i>	59
Ilustración N° 5: <i>Concentración de material particulado $PM_{2.5}$ por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017</i>	60
Ilustración N° 6: <i>Temperatura (°C) Por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017</i>	61
Ilustración N° 7: <i>Porcentaje de humedad relativa (%) por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017</i>	62
Ilustración N° 8: <i>Precipitación (Mm) por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017</i>	63
Ilustración N° 9: <i>Velocidad del viento (m/s) por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017</i>	64
Ilustración N° 10 <i>Incidencia de enfermedades respiratorias en los grupos ocupacionales por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la Compañía Minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017</i>	66

INDICE

Contenido	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ACRÓNIMOS	vi
INTRODUCCIÓN	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xv

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:	4
1.3. OBJETIVOS:.....	5
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:	6
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.-	6
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN:	7

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:.....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales:	8
2.1.2. Antecedentes nacionales:	10
2.1.3. Antecedentes locales:	13
2.2. BASES TEÓRICAS:	14
2.2.1. Marco normativo.-	14

2.2.2. El Aire:	25
2.2.3. Enfermedades respiratorias.....	31
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES:	36
2.4. HIPÓTESIS:	39
2.4.1 Hipótesis General:	39
2.5.1 Hipótesis específicas:	39
2.5. VARIABLES:	40
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:	42
2.6.1. Operacionalización de la variable dependiente.-	42
2.6.2. Operacionalización de la variable independiente.-	43

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN:	44
3.1.1. Enfoque de la investigación:	44
3.1.2. Alcance o nivel de investigación:	45
3.1.3. Diseño de la Investigación:	46
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	47
3.2.1 Población:	47
3.2.2 <i>Ubicación de la población en tiempo y espacio.-</i>	47
3.2.3 Muestra y Muestreo:.....	48
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN:	49
3.3.1 Para la Recolección de Datos	49
3.3.2 Técnicas para Presentación de los Datos:	52
3.3.3 Para el Análisis e Interpretación de los Datos:	54

CAPITULO IV
RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS:.....	58
4.2. CONTRASTE O PRUEBA DE HIPOTESIS:.....	67

CAPITULO V
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

DISCUSIÓN DE RESULTADOS	74
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	78

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: <i>guía de análisis documental de las enfermedades respiratorias ..</i>	82
Anexo N° 2: <i>Hoja De Datos De Material Particulado (PM₁₀-PM_{2.5})</i>	83
Anexo N° 3: <i>Arbol De Causas Y Efectos</i>	85
Anexo N° 4: <i>Matriz De Consistencia</i>	87
Anexo N° 5: <i>Mapa De Ubicación De La Operación Minera.....</i>	89
Anexo N° 6: <i>Mapa De Ubicación Del Punto De Monitoreo De PM₁₀- PM_{2.5}</i>	90
Anexo N° 7: <i>Fichas De Identificación Punto De Monitoreo De Calidad De Aire.</i>	91
Anexo N° 8: <i>Registros Meteorológicos.</i>	96
Anexo N° 9: <i>Informe De Ensayo De Laboratorio.</i>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.100
Anexo N° 10: <i>Trabajadores Reasignados Por Enfermedad Ocupacional Por Áreas O Zona De Trabajo En La Compañía Minera Casapalca S.A, Provincia De Huarochirí, Lima Periodo 2016- 2017.....</i>	107
Anexo N° 11: <i>Certificado De Calibración.</i>	109
Anexo N° 12: <i>Panel Fotográfico Del Monitoreo De PM₁₀-PM_{2.5}.</i>	110
Anexo N° 13: <i>Protocolo De Monitoreo De Calidad Del Aire.....</i>	115

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

El material particulado es una mezcla heterogénea de partículas líquidas y sólidas suspendidas en el aire, de diferentes tamaños, que pueden ser emitidas mediante dispersión mecánica del material orgánico y a través de la combustión no controlada (Blanco-Becerra L, 2014, pags.27-36).

El material particulado sedimentable son pequeñas partículas suspendidas en el aire que debido a su peso descienden sobre la superficie solidificándose. Según la Normatividad Nacional e Internacional de la Organización Mundial de la Salud (OMS), los LMP para la salud humana son de 0,5 mg/cm²/mes (Díaz V, 2006, págs. 308-322), por su para el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) los LMP son de 1 mg/cm²/mes, el Material Particulado es considerado para algunos autores como un catalizador para muchas reacciones químicas atmosféricas, influyendo en los procesos climáticos y la salud (Sienra M, 2002, págs. 311-324).

El material particulado, es un contaminante que se localiza en el aire que respiramos, el cual puede originar problemas significativos en la salud de la población, entre las que se incluyen mortalidad prematura, visitas permanentes al médico, ataques de asma, síntomas respiratorios y disminuciones de la función pulmonar (Telles et al, 2004, págs. 15-18).

El Programa de las Naciones Unidas del Medio Ambiente (PNUMA) informa que la contaminación del aire afecta la salud de más de 80 millones a los habitantes en la región de América Latina y el Caribe, ocasionando anualmente unos 2.3 millones de casos de insuficiencia respiratoria crónica en niños y 100 mil casos de bronquitis crónica en adultos, cerca de 65 millones de días de trabajos perdidos.

La contaminación ambiental causa un grupo de problemas perjudiciales para el ambiente y salud humana donde uno de los problemas ambientales se debe a la exposición de material particulado en el aire. En el Perú la contaminación del aire por material particulado ha producido entre los años 1994 y 2011 cerca de 17 mil muertes esto debido a las diferentes actividades industriales, comerciales, crecimiento urbano y unidades vehiculares que son conecuentes de aproximadamente el 90% de la contaminación del aire y enfermedades respiratorias

Las partículas en suspensión sobre los humanos causan enfermedades que se podrían llegar hasta la muerte. La clase de las enfermedades son respiratorias y cardiovasculares, son de categoría agudas, acumulativas y crónicas. Debido a la miniatura de tamaño que obtiene las sustancias químicas, pueden entrar fácilmente al aparato respiratorio dañando los pulmones y el resto del organismo (Estadística, 2015, págs. 13-14)

La Organización Mundial de la Salud (salud, 2004) refirió, cada año se producen unos siete millones de muertes en el planeta debido a la

contaminación atmosférica. Asimismo, indica que el 40% de estos fallecimientos son efectos por cardiopatía isquémica, otro 40% por accidente cerebrovascular, el 11% por neumopatía obstructiva crónica, 6% por cáncer de pulmón y 3% por infección aguda de las vías respiratorias inferiores de los niños.

El material particulado pueden ser expuestas al aire de forma directa cuando derivan de fuentes como los procesos de combustión o el polvo arrastrado por el viento; una de los comienzos de generación de partículas en las ciudades es el tráfico, acciones que generan combustión dentro de su proceso, calles sin pavimento, construcciones, etc. Estas partículas originan efectos negativos sobre la salud a nivel de aparato respiratorio y el sistema cardiovascular (Lozano, 2012)

La problemática de contaminación por material particulado tiene una relación estrecha con la calidad de vida de la población (Giraldo, 2001). En el actual estudio se pretende determinar la concentración material particulado y su relación con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

1.2.1. Formulación del problema general:

- ¿Cómo el material particulado se relaciona con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca, provincia de Huarochirí, Lima 2017?

1.2.2. Formulación de los problemas específicos:

- ¿Cuál es la concentración de material particulado (PM_{10} y PM_{25}) y el resultado de su comparación con los estándares de calidad ambiental del aire D.S. 003-2017-MINAM?
- ¿Cuál es la incidencia de enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca SA, provincia de Huarochirí, Lima 2017?
- ¿Cuál es la relación de la concentración de material particulado con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca SA, provincia de Huarochirí, Lima 2017?

1.3. OBJETIVOS:

1.3.1. Objetivo general:

- Evaluar la relación del material particulado con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Evaluar la concentración de material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y compararlos con los estándares de calidad ambiental del aire D.S. 003-2017-MINAM.
- Determinar la incidencia de enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.
- Relacionar la concentración de material particulado y las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

La tesis se justificó por las siguientes razones:

- Es importante desarrollar estudios en relación del material particulado en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca, para determinar el potencial de riesgo al cual está expuesto el trabajador.
- Los problemas frecuentes de la exposición del personal a elevadas concentraciones material particulado, es que aumenta la probabilidad de presentar enfermedades respiratorias.
- El presente trabajo pretende contribuir con el conocimiento sobre el material particulado en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca, contribuyendo así a dar respuesta al aumento de contaminantes producido por el proceso constructivo y la incidencia de enfermedades respiratorias dañan a los obreros expuestas a estos contaminantes.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN. -

Para la presente investigación se tuvo las siguientes limitaciones:

- **Limitación interna.** - La actual investigación limita sus resultados en la medida que los datos obtenidos son válidos sólo para la muestra en estudio no pudiendo extenderse a otras muestras similares sin el control de las variables en estudio.

- **Limitación externa.** - Referida en torno a lo siguiente; disponibilidad presupuestaria y la obtención de recursos económicos para la ejecución del programa experimental y otros recursos materiales, disponibilidad de tiempo para recolección de datos y búsqueda de información, así como establecer las coordinaciones administrativas a fin de aplicar la variable independiente.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN:

La presente tesis de investigación fue factible por las siguientes razones:

- **Viabilidad operativa.** - Es decir se cuenta con la colaboración de las personas e instituciones vinculadas a la investigación lograr los objetivos planteados tanto como: inspector de obra, residente de obra, operarios, oficiales y peones de la obra.
- **Viabilidad técnica.** - Para la investigación se cuenta con guías, protocolos y procedimientos para la recolección y procesamiento de la información el área de investigación se ubica en la compañía minera Casapalca S.A., del distrito de Chicla, provincia de Huarochirí, región Lima, con coordenadas UTM (WGS-84), este 368805, norte: 8708655 y altitud: 4850 msnm.
- **Viabilidad económica.** - La investigación cuenta con recursos económicos y financieros necesario para su elaboración y ejecución.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

2.1.1. Antecedentes internacionales:

- Zúñiga (2010), en la tesis titulada: *“Estudio integrado de factores que influyen sobre la contaminación atmosférica por material particulado respirable de Pudahuel”*; cuyo objetivo fue identificar los factores que originan los altos niveles de contaminación por PM10 en la comuna de Pudahuel a fin de reducir las concentraciones máximas observadas en esa línea de la ciudad y favorecer al mejoramiento de la gestión de su calidad del aire y de la ciudad de Santiago de Chile. Dividieron el estudio en dos etapas: la primera corresponde a la Identificación y estudio de las causas que originan concentraciones elevadas de PM10 en el sector de Pudahuel durante días de hechos críticos de contaminación en Santiago; la segunda, a la propuesta de equilibradas que permitan minimizar la ocurrencia de altas concentraciones de PM10 mejorando con ello la calidad de aire en Pudahuel y en Santiago. Concluyeron que las concentraciones de PM10 muestra que, a abatimiento de las disminuciones constatadas en todos los tiempos de la red de monitoreo de Santiago (cercanas a 50%), interés de las medidas del plan de prevención y descontaminación para la Región

Metropolitana establecido el año 1997, se continúa superando la norma primaria para material particulado para el amparo de la salud de las personas. Las concentraciones de PM₁₀ en todas las estaciones de la red MACAM asumen un marcado ciclo anual, tanto de la fracción fina (menor a 2,5 µm) como de la fracción gruesa (entre 2,5 y 10 µm), con un fuerte acrecimiento de los niveles entre abril y agosto. Durante estos meses, beneficio de las malas circunstancias de ventilación, esencialmente durante episodios tipo A, las mayores concentraciones horarias y diarias de PM 10 ocurren en Pudahuel llegando a niveles considerados peligrosos para la salud de las personas, lo cual conduce al estudio de medidas especiales de control y disminución de emisiones en toda la Región Metropolitana.

- Paulina (2010), en su investigación titulada: “*Contaminación atmosférica por material particulado y consultas de urgencias por morbilidad respiratoria en menores de 5 años en la ciudad de Valdivia*”; evaluaron la asociación entre los índices PM 2,5 y el número de consultas de morbilidad por causas respiratorias en mínimos de 5 años inscritos en el Consultorio Externo Valdivia. Concluyen que la contaminación atmosférica es un problema de salud pública prioritario en Chile, en especial en las ciudades con mayores índices de contaminación y que en la época de invierno,

los índices de contaminación aumentan, consecuencia de la combustión inconclusa de fósiles utilizados como combustible sumado a la variación de las variables climatológicas (temperatura, presión atmosférica, humedad).

2.1.2. Antecedentes nacionales:

- Hoyos (2015) en su investigación titulada: “*calidad del aire y los efectos en la salud por pm10, en un tramo de la av. Túpac Amaru, distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo Ucayali-2015*”, la investigación se realizó en la Av. Túpac Amaru, desde el Jr. Aguaytía al Jr. Virgen de Fátima, Distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, iniciándose en abril del 2014 y culminado a fines de Octubre del 2014; cuyo objetivo fue determinar la calidad del aire y los efectos en la salud por material particulado (PM_{10}). Se evaluó en tres puntos ubicados en el tramo de la Av. Túpac Amaru, intersectando con los jirones Daniel Alcides Carrión, 28 de Julio y Virgen de Tabalozos. Los métodos utilizados fueron mediante monitoreo utilizando equipo Hi-vol (Muestreador de alto volumen), por un periodo de 30 días, realizando el análisis gravimétrico de las muestras con el propósito de conocer la calidad del aire por concentración de PM_{10} . Otro método utilizado fue mediante encuestas que se realizaron por un periodo de 30 días y se hicieron con el propósito de conocer los efectos que causa la exposición permanente al

material particulado (PM₁₀) en la salud de las personas que habitan en el lugar.

Los promedios de las concentraciones de material particulado (PM₁₀) son: punto 01 629.04 g/m³; Punto 02, 658.69 g/m³ y Punto 03, 870.42 g/m³; siendo el punto 03 con mayor concentración de PM₁₀. Es decir, dichos resultados muestran que los 3 puntos de monitoreo se localizan en un nivel de alerta de Emergencia porque superan los Niveles de Estados de Alerta por contaminación de aire mayor a 420 g/m³ por un periodo de 24 horas.

Las encuestas reflejan la percepción de las individuos que viven en la zona, en la que señalan que el aire está contaminado, que las complicaciones de salud a diario son las molestias, desespero y el aburrimiento, y con frecuencia presentan agotamiento, ardor de ojos y tos.

- Concepción (2004), en su investigación titulada: “*Evaluación de la Contaminación Atmosférica en la Zona Metropolitana de Lima Callao/ Agosto - 2008*”, donde llegó a las siguientes conclusiones: Los niveles de contaminación, los principales núcleos durante agosto fueron inferiores a los registrados el mes de julio, con excepción de Lima Sur este, que se incrementó. La configuración efectiva fue de 4 centros de alta contaminación: el

primer núcleo se presentó en Lima norte con 20,7 t/km²/mes; el segundo en Lima centro-este con un valor medio de 26,7 t/km²/mes; el tercero en Lima sur-este con 28,8 t/km²/mes; y el cuarto en Lima sur con una media de 32,8 t/km²/mes. El 83 % de los tiempos sobrepasaron el nivel referencial instituido por la Organización Mundial de la Salud. La media mensual para las estaciones evaluadas fue de 10,4 t/km²/mes, inferior a la media del mes anterior; el valor inmenso registrado fue de 28,8 t/km²/mes en Pachacamac y el pequeño de 1,6 t/km²/mes en Carabaylo. Las máximas concentraciones de partículas pequeños a 2.5 micras (PM_{2.5}) se registraron los días lunes y martes equivalentes a 86,3 y 87 ug/m³, proporcionalmente.

- Torres (2016), en su investigación titulada: *“correlación entre enfermedades respiratorias y concentraciones de PM₁₀ en el distrito la victoria, en los años 2012-2015”*; cuyo objetivo fue determinar la afinidad entre Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) y concentraciones de PM₁₀ en el distrito La Victoria en los años 2012 – 2015, se atareó con los datos coleccionados del establecimiento de la Dirección General de Salud (DIGESA), visitas a los centros de salud, La Victoria Sector I; La Victoria Sector II – María Jesús; Fernando Carbajal Segura-El Bosque; Chosica del Norte; Antonio Raimondi y tiempo de monitoreo estacionada en el Centro de Salud La Victoria Sector I,

concerniente a la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA), así parecido hallamos que dicho Distrito tiene una población de 2792.92 hab/Km² con 86274 casos de infecciones respiratorias agudas (IRAs); mediante el análisis estadístico se tuvo como mínimo 82 ug/m³ y un máximo 99 ug/m³ de concentraciones de PM10 durante los años 2012 al 2015; los efectos mostraron que existe relación directa efectiva con un porcentaje de 77%; como el grupo de edad también se encontró relación directa positiva y que de una población de 0 a 60 años a mas, se localiza como engrandecimiento vulnerable a niños de 0-11 años y 12-17 años.

2.1.3. Antecedentes locales:

- Castillo (2017), en el informe final titulado: *“Partículas sedimentables del aire y su influencia en las infecciones respiratorias agudas en la ciudad de Tayabamba”*, donde llego a las consecuentes conclusiones: la representación de estaciones de monitoreo para la ciudad de Tayabamba (Tingo Maria) fueron cuatro, las cuales fueron determinadas en base a una serie de variables que facilitan la toma de medidas.

El 75% de estaciones de monitoreo de partículas sedimentables en el distrito de Tayabamba supera el nivel de referencia de 5 t/km²/mes.

Puesto que medida de control para el saneamiento atmosférico, se implementó el programa denominado “Tayabamba respira limpio”, se ejecutó de manera satisfactoria y causó un gran impacto positivo en la población.

2.2. BASES TEÓRICAS:

2.2.1. Marco normativo. - El Artículo 2° inciso 22 de la constitución Política del Perú; insta que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida. Así mismo, el Artículo 67° señala que el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales.

La Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, establece la responsabilidad del Estado de promover el aprovechamiento sostenible de la atmósfera y su manejo racional, teniendo en cuenta su capacidad de renovación.

El Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, en su Título Preliminar, Artículo 1 establece que es obligación de toda la conservación del ambiente y consagra la obligación del Estado de prevenir y controlar cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales que puedan interferir con el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad.

Tabla N° 1: *Marco normativo peruano aplicado a ECAS.*

Norma	Descripción
Ley N° 28611	Ley General del Ambiente
D.S. N° 074-2001-PCM	Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (Art. 12 y 13).
Decreto Supremo N° 069-2003- PCM	Establece el valor anual de concentración de plomo
D.S. N° 033-2007-PCM	Procedimiento para la aprobación de estándares de calidad ambiental del aire y límites permisibles de contaminación ambiental.
D.S. N° 003-2008-MINAM	Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire.
Decreto Supremo N° 006-2013-MINAM	Aprueban Disposiciones Complementarias para la aplicación de Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de Aire
Resolución Ministerial N° 205-2013- MINAM	Establecen las Cuencas Atmosféricas a las cuales les será aplicable los numerales 2.2 y 2.3 del artículo 2° del D.S. N° 006-2013-MINAM, que aprueba disposiciones para la Aplicación del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de Aire

Fuente: *Ministerio del ambiente.*

2.2.2.1. Reglamento de estándares nacionales de calidad

ambiental del aire. - el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM en su Artículo 4 establece los estándares primarios de calidad del aire y los niveles de concentración máxima para los siguientes contaminantes criterio:

Tabla N° 2: *Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire para el material particulado PM_{2.5} y PM₁₀.*

Contaminante	Periodo	Forma del estándar		Método de análisis
		Valor	Formato	
PM _{2.5}	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración gravimétrica
	24 horas	150	NE. Más de 3 veces al año.	
PM ₁₀	Anual	15	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración gravimétrica
	24 horas	65	NE. Más de 3 veces al año.	

FUENTE: D.S. N° 074-2001-PCM.

2.2.2.2. Reglamento de los niveles de estados de alerta por

contaminación del aire. - el Decreto Supremo N° 009-2003-SA en su Artículo 3 establece los niveles de alerta de los siguientes contaminantes críticos del aire:

Tabla N° 3: *Niveles de alerta para material particulado PM10.*

Tipos de alerta	Material particulado (PM10)
CUIDADO	>250 ug/m ³ prom. Aritmético en 24 horas
PELIGRO	>350 ug/m ³ prom. Aritmético en 24 horas
EMERGENCIA	>420 ug/m ³ prom. Aritmético en 24 horas

FUENTE: D.S. N° 0074-2001-PCM.

2.2.2.3. Normas Internacionales. - Los Tratados Internacionales en

materia de derechos humanos entienden el derecho a la salud de los trabajadores como un derecho fundamental. Así en la Declaración Universal de los Derechos Humanos aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1948, e incorporada en nuestro ordenamiento interno por Resolución Legislativa N°.13282 de diciembre de 1959, se señala (Art. 3°) el derecho de toda persona al trabajo y a condiciones equitativas y satisfactorias de trabajo.

El Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, aprobado por Decreto Ley N° .22129 de 1978, es más específico al señalar que tales condiciones de trabajo equitativas y satisfactorias le deben asegurar a toda persona el derecho a la seguridad e higiene en el trabajo (Art. 7°). Así mismo, en cuanto al derecho de toda persona a disfrutar del más alto nivel posible de salud física y mental, se requiere del mejoramiento de todos los aspectos

de la seguridad e higiene en el trabajo y del medio ambiente, así como la prevención y tratamiento de enfermedades profesionales entre otras (Art. 12°).

Decisión 584 - Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo II del 2004, que busca promover el logro de un trabajo decente garantizando la protección de la seguridad y la salud en el trabajo a través de criterios generales para orientar una adecuada política preventiva en materia de seguridad y salud en el trabajo. Esta norma andina señala, entre otras cosas, que los Países Miembros deberán implementar o perfeccionar sus sistemas nacionales de seguridad y salud en el trabajo mediante acciones que propugnen políticas de prevención y de participación del Estado, de los empleadores y de los trabajadores.

2.2.2.4. Protocolo de monitoreo de calidad del aire. - Está diseñado para proporcionar a los operadores del monitoreo de la calidad del aire los principios básicos para la operación de una red de monitoreo de la calidad del aire en exteriores, para centros poblados en sus diferentes etapas, así como la gestión de los datos. A pesar de que el enfoque de este documento son los contaminantes de la calidad ambiental del aire, se han incluido algunos puntos de monitoreo meteorológico por ser parte integral del monitoreo de la

calidad del aire. Este protocolo no incluye los principios para el monitoreo de fuentes fijas. La información relacionada al monitoreo de emisiones puede encontrarse en el sector correspondiente.

2.2.2.5. Diseño de monitoreo. - El diseño y planificación del monitoreo dependen de los objetivos que se desean alcanzar, la disponibilidad de recursos (económicos, humanos y tiempo), los contaminantes que se van a monitorear, la estrategia de monitoreo y el equipamiento necesario, tipo de información requerida (periodo de monitoreo), calidad de la información (exactitud, precisión, representatividad y comparabilidad) y del usuario para el que se genera la información.

La definición y documentación de los objetivos del monitoreo, así como la definición de los objetivos de la calidad de los datos deben realizarse considerando el uso eficiente de los recursos, la implementación del sistema de aseguramiento de la calidad en el proceso y el diseño adecuado de la red de monitoreo.

a. Escala de monitoreo. - La escala del monitoreo de la calidad del aire debe ser compatible con el objetivo del monitoreo en un lugar, a una escala espacial apropiada y representativa, para así facilitar la localización física de

las estaciones de monitoreo. La escala de representatividad espacial relativa a cada contaminante se define para establecer la relación entre los objetivos de monitoreo y localización física de la estación de monitoreo. De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) se aplican seis escalas de representatividad espacial para ubicar los sistemas de monitoreo.

Tabla N° 4: *Escalas de monitoreo de calidad del aire.*

Categoría de Escala	Definición
Micro escala	Define las concentraciones en volúmenes de aire asociados con dimensiones de área de algunos metros hasta 100 metros.
Escala Media	Define concentraciones típicas de áreas que pueden comprender desde 100 metros hasta 0.5 kilómetros.
Escala Local	Define concentraciones en un área con uso de suelo relativamente uniforme, cuyas dimensiones abarcan de 0.5 a 4.0 kilómetros.
Escala Regional	Define todas las condiciones de una ciudad con dimensiones en un rango de 4 a 50 kilómetros.
Escala Nacional o Global	Las mediciones que corresponden a esta escala representan concentraciones características de la nación o del mundo como un todo.

Fuente: US EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos).

b. Frecuencia de monitoreo y periodos de muestreo. -

Indica el número de muestras que se tomarán o llevarán a cabo en un intervalo de tiempo, en un punto o en un área de muestreo. La frecuencia del monitoreo de cada uno de los contaminantes depende de los objetivos del monitoreo y de la normativa nacional que establece los periodos de evaluación (Decreto Supremo N° 074-2001-PCM y Decreto Supremo N° 009-2003-SA).

c. Métodos de monitoreo:

- Muestreadores activos: Las muestras de contaminantes se recolectan por medios: físicos o químicos para su posterior análisis en el laboratorio. Por lo general, se bombea un volumen conocido de aire a través de un colector como un filtro (muestreador activo manual) o una solución química (muestreador activo automático)- durante un determinado periodo y luego se retira para el análisis. Hay una larga historia de mediciones con muestreadores en muchas partes del mundo, lo que provee datos valiosos de línea de base para análisis de tendencias y comparaciones. Los sistemas de muestreo (para gases}, el acondicionamiento de muestras, los sistemas de ponderación para el

material particulado (MP) y los procedimientos de laboratorio son factores clave que influyen en la calidad de los datos finales.

d. Selección de sitios de monitoreo. - La selección del sitio de monitoreo es importante y requiere la ubicación más representativa para monitorear las condiciones de la calidad del aire.

Esta selección puede realizarse de acuerdo a la siguiente secuencia:

- Definir claramente el propósito de la red o estación de monitoreo.
- Revisar información histórica (datos climatológicos y meteorológicos, mapas topográficos, inventarios de emisiones, resultados de modelos de dispersión, patrones de tráfico, usos de suelo, distribución de la población y datos de monitoreo existentes).
- Identificar las áreas potenciales para la localización de las estaciones de monitoreo (áreas residenciales o poblaciones susceptibles, áreas industriales o comerciales y áreas límites de ciudad (ubicaciones a favor del viento para mediciones de ozono o en contra del viento para mediciones de fondo)).

- Desarrollar una lista de verificación para la evaluación del sitio que recopile (distancia entre el sitio y lugares de interferencia, fuentes específicas, productos químicos agrícolas, carreteras, altura y requerimientos de orientación, disponibilidad de energía eléctrica, disponibilidad de líneas telefónicas para transmisión de datos y comunicación, accesibilidad y seguridad, ausencia de árboles u obstáculos, duración u horario de medición).
- Inspeccionar los sitios potenciales en cada área.
- Selección final del sitio.
- Otros datos.

e. Implementación de las estaciones de monitoreo:

- **Acceso.** - El lugar debe ser accesible en todo momento y debe contar con un área para que los vehículos con el personal responsable ingresen al lugar, así como los vehículos de entrega de los cilindros de gases de calibración para el caso de estaciones con equipos automáticos, de modo que el suministro de los mismos se realice sin dificultad. La estructura de la estación de monitoreo debe ser diseñada de modo que ofrezca un fácil acceso a los procesos de operación y mantenimiento rutinario de

los equipos. Así mismo, deben adecuarse a las condiciones climáticas del área en estudio. Las estaciones con equipos automáticos deben contar con acceso a una conexión telefónica.

- **Seguridad.** - La estación de monitoreo automático y las casetas para monitoreo activo deben tener los resguardos suficientes contra el vandalismo y el acceso limitado mediante cerraduras y mallas de seguridad.
- **Materiales.** - Las casetas que protegerán a los equipos de monitoreo activo y automáticos deben confeccionarse con materiales de aluminio y acero, además de ser diseñadas para controlar las vibraciones y la luminosidad excesiva sobre los instrumentos. Las casetas, en el caso del monitoreo automático, deben estar protegidas frente a la caída de rayos y el exceso de voltaje.
- **Suministro eléctrico.** - El diseño de la estación de monitoreo automática, así como la caseta para el monitoreo activo, debe asegurar suministro eléctrico para los equipos que inicialmente se encuentren funcionando y también para futuras ampliaciones.

Los circuitos eléctricos deben llevar la corriente eléctrica necesaria.

2.2.2. El Aire:

2.2.2.6. Definición. - es una mezcla de gases que constituye la atmósfera terrestre, que se establecen alrededor del planeta Tierra por acción de la fuerza de gravedad. El aire es elemental para la vida en el planeta. Es específicamente delicado, fino, etéreo y, si está limpio, transparente en distancias cortas y medias

El aire, está compuesto por nitrógeno (78%), oxígeno (21%), vapor de agua (0-7%), ozono, dióxido de carbono, hidrógeno y gases nobles como kriptón y argón; es decir, 1% de otras sustancias.

La respiración es la función principal de los organismos vivos, por la cual provoca reacciones de oxidación que liberan energía que utilizan los seres vivos para poder desarrollar su metabolismo. (Calameo, 1995).

Generalmente, el ser humano respira el aire para subsistir, la respiración puede aportar una increíble fuerza vital que revitaliza nuestro cuerpo, crecer con más facilidad, y nos puede evitar enfermedades y muy importante para el bienestar interior.

2.2.2.7. Calidad del aire. - La calidad del aire es una indicación de cuanto el aire esté exento de polución atmosférica, y por lo tanto apto para ser respirado.

Actualmente los controles y los reglamentos se han incrementado y la calidad en combustibles también se ha mejorado. Sin embargo, el tráfico vehicular se ha incrementado exponencialmente, transformándose en la principal fuente contaminante en las ciudades.

2.2.2.8. Material particulado (PM_{10}).- Es un conjunto de partículas sólidas y/o líquidas (a exclusion del agua pura) presentes en suspensión en la atmósfera.

Las partículas atmosféricas son emitidas por una gran variedad de fuentes, de origen natural o antropogénico. Con respecto a los mecanismos de formación, las partículas pueden ser emitidas como tales a la atmósfera (primarias), o bien ser generadas por reacciones químicas (partículas secundarias). Dichas reacciones químicas pueden consistir en la correlacion entre gases precursores en la atmósfera para formar una nueva partícula por condensación, o entre un gas y una partícula atmosférica para dar lugar a un nuevo aerosol por adsorción o coagulación (Kirill Ya, et al, 2006).

2.2.2.9. Contaminación atmosférica por material particulado. -

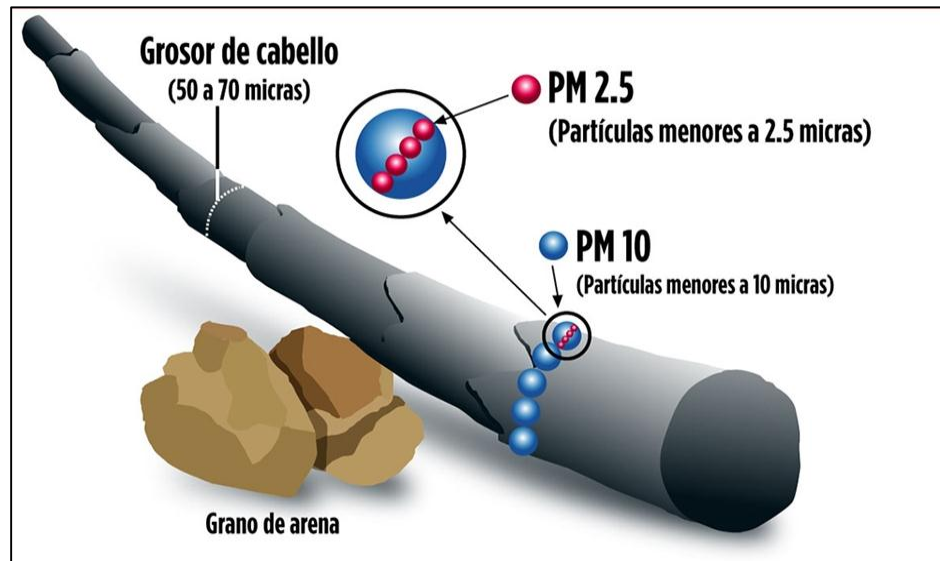
La contaminación por partículas, también llamado partículas o PM, es una mezcla de sólidos y líquidas que flotan en el aire.

Algunas partículas se liberan directamente de una fuente específica, mientras que otros se forman en las reacciones químicas complicadas en la atmósfera. Las partículas tienen una amplia gama de tamaños. Las partículas menores o iguales a 10 micrómetros de diámetro son tan pequeños que pueden entrar en los pulmones, que puede causar problemas de salud graves. Diez micrómetros es menor que la anchura de un cabello humano (Hoyos, 2015).

Las partículas más pequeñas son más ligeras y se quedan en el aire más tiempo y viajan más lejos. PM₁₀ son grandes partículas que pueden continuar en el aire durante minutos u horas mientras PM_{2.5} (pequeñas) partículas pueden seguir en el aire durante días o semanas. Las Partículas PM₁₀ pueden viajar tan poco como cien yardas o hasta 30 millasy las partículas PM_{2.5} van aún más lejos.

Ilustración N°1:

Tamaño de las partículas PM10 y PM2.5



FUENTE: U. S EPA (Environmental Protection Agency- Estados Unidos).

Según ATSDR (Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades); la contaminación del aire es un problema estimado en la sociedad moderna, esta es producida por toda sustancia no deseada que ingresa a la atmósfera, esas sustancias incluyen varios gases y partículas minúsculas o materia particulada que son dañinos para la salud humana y el medio ambiente.

El contaminante puede estar en forma de gases, líquidos o sólidos. Muchos contaminantes se liberan al aire como consecuencia del comportamiento humano. La contaminación existe a diferentes niveles: personal, nacional y mundial. Algunos contaminantes comienzan de fuentes naturales.

Los incendios forestales emiten: partículas, gases y compuestos orgánicos volátiles (sustancias que se evaporan en la atmósfera), las partículas de polvo ultra finas, creadas por la erosión del suelo cuando el agua y el clima, sueltan revestimiento al suelo, aumentan los niveles de partículas en suspensión en la atmósfera. -

2.2.2.10. Efectos del material particulado.- (EPA, 2016), la dimensión de las partículas está directamente relacionada con su potencial de causar problemas de salud. Las pequeñas partículas de menos de 10 micrómetros de diámetro plantean los mayores problemas, ya que pueden inducir profundamente en los pulmones, y algunos pueden incluso entrar en el torrente sanguíneo.

La exposición a estas partículas puede afectar tanto a sus pulmones y su corazón. Las pequeñas partículas de preocupación incluyen "partículas gruesas inhalables" (donde se encuentran cerca de carreteras e industrias polvorientos), que son muy grandes que 2,5 micrómetros y menor de 10 micrómetros de diámetro; y "partículas finas" (tales como los encontrados en el humo y la neblina), que son 2,5 micrómetros de diámetro y más pequeños.

La Ley de Aire Limpio requiere que la EPA establezca las normas de calidad del aire para proteger la salud pública y el bienestar público (por ejemplo, de visibilidad, los cultivos y la vegetación). La contaminación por partículas siempre afecta a ambos.

2.2.2.11. Efectos en la salud. - La contaminación por partículas - partículas especialmente finas, contiene sólidos microscópicos o gotitas líquidas que es muy pequeñas que penetrar profundamente en los pulmones y causar problemas de salud graves. Numerosos estudios científicos han relacionado la exposición en contaminación de partículas a una variedad de problemas, incluyendo:

- La muerte precoz en personas con enfermedad cardíaca o pulmonar.
- Ataques cardíacos no fatales.
- Arritmias cardíacas.
- Asma agravada.
- Desestimación de la función pulmonar.
- Incremento de los síntomas respiratorios, tales como irritación de las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar.

Las personas con enfermedades del corazón o de los pulmones, los niños y los adultos mayores son los más propensos a ser afectados por exposición de la contaminación de partículas. Sin embargo, incluso si usted está sano, puede experimentar los síntomas temporales de la exposición a niveles elevados de contaminación por partículas (salud, 2004).

2.2.3. Enfermedades respiratorias.

2.2.2.1. Definición. - Las enfermedades respiratorias son todas aquellas que afectan al aparato o sistema respiratorio, desde las fosas nasales hasta los alvéolos pulmonares, alterando así su funcionamiento llegando a impedir el correcto intercambio gaseoso.

Las infecciones son ocasionadas por agentes patógenos que pueden ser virus, bacterias y hongos o mohos. Algunas de las enfermedades producidas por virus son el resfriado y la gripe; por bacterias son la tuberculosis y la neumonía, sin embargo, las enfermedades de origen mecánico-obstrutivo se originan por la exposición de contaminantes del aire y el hábito de fumar como, por ejemplo: las rinitis, rinofaringitis, amigdalitis y bronquitis crónica.

Los que tienen un origen alérgico y son el resultado de una respuesta de nuestro sistema inmunológico a sustancias

como el polen, ácaros, material particulado o Ciertos alimentos que incrementan la incidencia de las enfermedades respiratorias debido a la contaminación y las bajas temperaturas ambientales.

(Quezada, 2010), las Enfermedades Respiratorias Transmisibles. - son afecciones muy frecuentes causadas por algún agente infeccioso o toxico que afecta a nuestro aparato respiratorio y puede tener procesos infecciosos, mecánicos obstructivos y alérgicos y son más comunes en épocas invernales y también puede producirse por alguna transmisión de alguna fuente o reservorio o un huésped susceptible que se encuentra en nuestro medio ambiente o por contacto directo y puede ser causado por:

- Infecciosas: Se asocian a microorganismos como:
 - a) Virus: adenovirus, rinovirus influenza, parainfluenza, etc.
 - b) Bacterias: micobacterium tuberculosis estreptococos, estafilococo, neumococos.
- Mecánico-Obstructivas: Por exposición a contaminantes de la Atmósfera, tabaquismo, etc.
- Origen Alérgico: Respuesta inmunológica a compuestos como el Polen, polvo, etc.

2.2.2.2. *El sistema respiratorio y el material particulado.* - El

riesgo a la salud por partículas lo constituye su concentración en el aire y el tiempo de exposición; sin embargo, el tamaño es la característica física más importante para determinar su toxicidad y efectos en la salud humana.

El tamaño de la partícula es un factor crítico en la distribución de la dosis interna. La ubicación de la deposición inicial en las vías respiratorias depende del tamaño de las partículas: las partículas gruesas se depositan en las vías respiratorias superiores y las partículas finas se transportan al tracto respiratorio inferior.

Las partículas mayores a 10 mm son retenidas básicamente por las barreras naturales que el cuerpo ha diseñado, en las vías respiratorias superiores (los pelos de la nariz, las mucosidades en el tracto respiratorio, etc.), para protegerse del entorno y ser descartadas en su mayor parte por el sistema de limpieza natural del tracto respiratorio, por lo que no son consideradas significativamente dañosas para la salud, sin embargo la exposición continua a altas concentraciones puede causar irritación de garganta y mucosas (Castillo Avila, 2017).

Por su parte, el material particulado (PM₁₀ - fracción respirable), al ser tan diminuta, no son retenidas en las vías

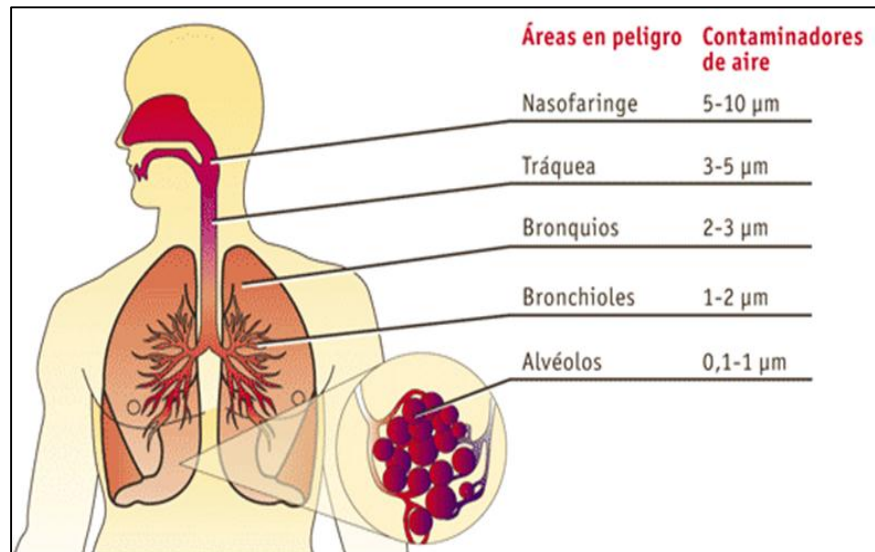
respiratorias superiores, cerca de un tercio penetra ocasionando desde infecciones respiratorias, agravando el asma y favorecer las enfermedades cardiovasculares. En el corto plazo la contaminación por PM_{10} puede causar la disminución de la función respiratoria. En el largo plazo se asocia en el desarrollo de enfermedades crónicas, el cáncer o la muerte prematura o súbita.

Las partículas se incorporan en las vías respiratorias, toman contacto con las células traqueales (de la tráquea), y las silias son arrasadas por la acción abrasiva del contaminante. La célula, para tratar de reemplazarlas, genera cada vez más mucus y termina agotándose, quedándose finalmente sin silias y sin mucus, es decir, muy sensible (Hoyos,2015).

A su vez, diversos estudios recientes demuestran que las $PM_{2.5}$ tienen la capacidad de ingresar al espacio alveolar o al torrente sanguíneo, aumentando el riesgo de sufrir enfermedades crónicas cardiovasculares y muerte prematura.

Ilustración N° 2:

Sistema respiratorio vs material particulado.



FUENTE: Organización mundial de la salud.

Una vez que las partículas se han acumulado en el sistema respiratorio, su acción irritante es beneficioso, por una parte, de su composición química y su toxicidad y, por otra, de su facilidad de absorber y adsorber otras sustancias en su superficie, produciéndose un efecto sinérgico que acrecienta su agresividad.

La exposición al material particulado causa serios problemas a la salud, incluso más difíciles de diagnosticar y tratar que los efectos agudos; mucho se debe a que no ha sido posible establecer la dosis bajo la cual no se distinguen efectos nocivos, ya que se ha encontrado que incluso a bajas concentraciones de material particulado se observan efectos a la salud (Hoyos,2015).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES:

- **Aire.** - define que al aire puro como “la mezcla de gases, vapor de agua y partículas sólidas y líquidas cuyo tamaño altera desde unos cuantos nanómetros hasta 0,5 milímetros,” los cuales en su conjunto rodean al globo terrestre. “La Organización Mundial de la Salud (OMS).
- **Barlovento.** - Barlovento refiere al sitio de en el que proviene el viento, es el lugar de donde aparece el viento.
- **Contaminante del aire.** - Sustancia o componente que en determinados niveles de concentración en el aire que genera riesgos a la salud y al bienestar humano (MINAM,2009).
- **El Material Particulado.** - Es un conjunto de partículas sólidas y líquidas expuestas directamente al aire, tales como el hollín de diésel, polvo de vías, el polvo de la agricultura y las partículas resultantes de procesos productivos.
- **Enfermedad respiratoria.** - Son todas aquellas que afectan directamente al aparato o sistema respiratorio, desde las fosas nasales hasta los alvéolos pulmonares, alterando así su funcionamiento y llegan a impedir el correcto intercambio gaseoso. (OMS)
- **Estación de Monitoreo.** - El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Sitio geográfico exacto donde se realiza el muestreo de un ecosistema, en particular de su vegetación (geografía,

fisionomía, composición florística). Generalmente los puntos de muestreo son indicados en fotografías aéreas y sus coordenadas son verificadas mediante el uso de un GPS.

- ***Estándares de Calidad del Aire.*** - Aquellos que consideran los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en su posición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana, los que siempre deberán alcanzarse a través de mecanismos y plazos detallados en la actual norma. Como estos Estándares, quien protege la salud, son considerados estándares primarios.
- ***Material particulado PM₁₀.***- Son partículas de diámetro menor o igual a 10 micrones (un micrón es la milésima parte de un milímetro). Por su tamaño, el PM10 es capaz de ingresar al sistema respiratorio del ser humano. Mientras menor sea el diámetro de estas partículas, mayor será el potencial daño en la salud (Meszaro,1999).
- ***Material particulado PM_{2.5}.***- Es el material particulado que respira nuestra y está presente en la atmósfera a través de la contaminación de la ciudad, en forma sólida o líquida (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras).
- ***Monitoreo.*** - Se define en general observar o controlar algo. En el contexto del lugar de trabajo, el monitoreo se refiere a la vigilancia de las prácticas laborales en comparación con un conjunto establecido de estándares laborales llevada a cabo por una persona (o varias

personas) con una presencia regular o frecuente en el lugar de trabajo y con acceso irrestricto a la gerencia y el personal. "Frecuente", en este contexto, significa estar presente en el lugar de trabajo con la frecuencia suficiente para poder detectar variaciones en una conducta estándar (SNMPE, 2016).

- **Muestreo.** - Muestreo es seleccionar un subconjunto de casos o individuos de una población. Una muestra estadística se obtiene con la intención de inferir las propiedades de la totalidad de la población, por lo que la muestra debe ser representativa. Para cumplir con esta característica, la inclusión de sujetos en la muestra debe seguir una técnica de muestreo (SNMPE, 2016).
- **Partícula.** - Término que se utiliza para representar cualquier material sólido o líquido dividido finamente, que es dispersado y arrastrado por el aire.
- **Sotavento.** - Sotavento a aquel de donde procede el viento, es la zona a la cual se dirige (Porto, 2016).

2.4. HIPÓTESIS:

2.4.1 Hipótesis General:

- **Ha:** La concentración de material particulado se relaciona con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca, provincia de Huarochirí, Lima 2017.
- **H₀:** La concentración de material particulado no se relaciona con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

2.5.1 Hipótesis específicas:

- **Ha1:** La concentración de material particulado PM10 se relaciona con la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.
- **H01:** La concentración de material particulado PM10 no se relaciona con la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

- **Ha2:** la incidencia de enfermedades respiratorias se relaciona con en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A. provincia de Huarochirí, lima 2017.
- **H02:** la incidencia de enfermedades respiratorias no se relaciona con en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A. provincia de Huarochirí, lima 2017.

2.5. VARIABLES:

- **Variable Dependiente:**
Enfermedades respiratorias.
- **Variable Independiente:**
Material particulado (PM₁₀ - PM_{2.5}).

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

2.6.1. Operacionalización de la variable dependiente. -

Título: “Evaluación del material particulado y su relación con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, lima 2017”.

Tesista: Alexander Jhonatan, Hermitaño Martínez.

Nombre de la Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Tipo de variable	Escala de medición	Técnica e Instrumento
VARIABLE						
DEPENDIENTE:						
Enfermedades respiratorias.	Son enfermedades que afectan al sistema respiratorio, desde las fosas nasales hasta los alvéolos pulmonares.	<ul style="list-style-type: none"> • Incidencia baja • Incidencia alta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de casos de enfermedad es respiratorias por trimestre. 	Cuantitativa	Intervalo	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis documental de enfermedades respiratorias. • Guía de Análisis documental de enfermedades respiratorias.

Fuente: Operacionalización de variable elaborado a partir del anexo 01.

2.6.2. Operacionalización de la variable independiente. -

Título: “Evaluación del material particulado y su relación con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, lima 2017”.

Tesista: Alexander Jhonatan, Hermitaño Martínez.

Nombre de la Variable	Definición operacional	Dimensión de la Variable	Indicador	Tipo de variable	Escala de medición	Técnica e Instrumento
VARIABLE INDEPENDIENTE:						
• PM₁₀	Partícula de diámetro menor o igual a 10 micrones	• Existe la presencia de enfermedades respiratorias (Sobrepasa ECA-aire).	0 - 100ug/m ³ 101 -200ug/m ³ más de 201 ug/m ³	Cuantitativa	Intervalo	• Técnica de muestreo gravimétrico.
• PM_{2.5}	Partícula de diámetro menor o igual a 2.5 micrones	• No existe la presencia de enfermedades respiratorias (No sobrepasa ECA-aire).	0-50ug/m ³ 51-100ug/m ³ más de 101 ug/m ³			• Guía de muestreo gravimétrico.

Fuente: Operacionalización de variable elaborado a partir del anexo 02.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN:

3.1.1. Enfoque de la investigación:

El enfoque de la tesis fue del tipo: mixto, descriptivo, prospectivo, transversal y correlativo (Sampieri, 2010). La tesis, fue según su naturaleza de sus datos, será de tipo cuantitativa dado que sus instrumentos de medición recogerán datos cuantitativos a los cuales también se incluirán la medición sistemática, y se emplea el análisis estadístico como característica resaltante.

La tesis es descriptiva, porque *“analizo cada uno de los elementos de estudio, a al través de la representación de cada uno de ellos, lo que permite entender el comportamiento de cada uno”* (pag.80), obteniendo encuesta necesaria e importante para establecer a través de la estimación de la concentración del material particulado y las enfermedades respiratorias a los que están inseguros los trabajadores de la mina Casapalca.

De acuerdo al tiempo de ocurrencia de los hechos y del registro de la información fue de tipo prospectivo, porque los datos fueron recolectados a medida que ocurra el fenómeno es decir a partir de la fecha de iniciación de la investigación.

Según la naturaleza de los objetivos la investigación fue de tipo Correlacional porque el investigador que estrecha medir el grado de correspondencia existente entre la variable autónomo (material particulado) y la variable dependiente (enfermedades respiratorias).

3.1.2. Alcance o nivel de investigación:

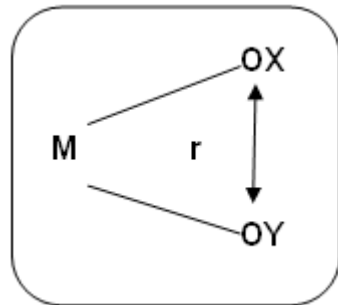
La tesis tuvo un alcance del tipo explicativo- no experimental, concierne a los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014), pretende establecer las fundamentos de los sucesos o anomalías que se experimentan, también afirma que los estudios definibles van más distante de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; están dirigidos a manifestar las causas de los sucesos y fenómenos físicos y sociales, su utilidad se centra en manifestar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se muestra o por qué se relacionan dos o más variables; teniendo en cuenta que esta investigación evalúa con un muestreador de alto volumen que se somete a un análisis de separación inercial/filtración gravimétrico para el determinación de la concentración de PM₁₀ y PM_{2.5}. También se recolectó dato en base de guía del análisis documental sobre enfermedades respiratorias.

El interés de la investigación se ajusta en manifestar de qué modo la variable independiente se asocia con la variable

dependiente; de ese sentido, se aclara la explicar de qué manera el material particulado se relaciona con enfermedades respiratorias.

3.1.3. Diseño de la Investigación:

Para la investigación se utilizó el diseño de tipo explicativo-correlacional, tal como se muestran en el siguiente esquema:



M : Muestra de estudio.

OX : Variable independiente (PM10 Y PM2, 5).

r : Relación entre variable independiente y dependiente.

OY : Variable dependiente (enfermedades respiratorias).

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población:

Para la determinación de la incidencia de enfermedades respiratorias, se consideró a todas aquellas personas que laboran en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca, provincia de Huarochirí, Lima que son un total de 143 trabajadores.

Tabla N° 5: *Número de trabajadores de la planta chancadora y molienda de la compañía minera Casapalca, provincia de Huarochirí, Lima.*

Total de trabajadores en planta	Número de trabajadores
Operadores Planta	62
Operadores Mantenimiento	12
Técnico	5
Albañil	24
mecánico	24
electricista	10
Almacén	6
Total	143

Fuente: *Registro de personal de la compañía minera Casapalca, provincia de Huarochirí, Lima.*

Para la determinación del número de muestras del material particulado (PM10- PM2.5), se consideró un punto de muestreo a 150 metros de planta procesadora.

3.2.2 Ubicación de la población en tiempo y espacio. -

- **Ubicación espacial.** - La tesis se desarrolló en la compañía minera Casapalca S.A., ubicada en el distrito de Chicla, provincia de Huarochirí, región Lima, con coordenadas UTM (WGS-84), este 368805, norte: 8708655 y altitud: 4850 msnm.

- **Ubicación temporal.** - Fue desde el mes de setiembre a diciembre del 2017.

3.2.3 Muestra y Muestreo:

- **Unidad de análisis.** - Constituida por el reporte de la concentración de material particulado y de la incidencia de enfermedades respiratorias por trimestre en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca, provincia de Huarochirí, Lima.
- **Muestreo del material particulado (PM_{10} - $PM_{2.5}$).**- Se consideró la normativa ambiental vigente para el Sub Sector Minería, traducida en el DS N° 040 – 2014 – EM: Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero, Compañía Minera Casapalca S.A., la ejecución del monitoreo trimestral del material particulado (PM_{10} - $PM_{2.5}$).

Tabla N° 6:

Ubicación de la estación de Muestreo.

Estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84	Altitud (msnm)
E-01	A 150 metros de la chancadora primaria y secundaria de la Planta Chancadora.	E 0368805 N 8708655	4 867

Fuente: Informe de Monitoreo N° MO17030072.

3.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN:

3.3.1 Para la Recolección de Datos

3.3.1.1. *Determinación de la concentración de material*

particulado. - Para ubicar el punto de muestreo, se asumió el área lugar donde se realizan las actividades, como también mayor concentración de personas, considerando también la dirección de viento predominante en la zona (norte - sur), tanto a barlovento y sotavento.

Para la evaluación de muestras, se tendrá como referencia la metodología de evaluación de muestras del estudio del protocolo de monitoreo:

- a. Se considerará un radio de 150 metros alrededor del punto de muestreo.
- b. Se instaló 02 estaciones de monitoreo para el mismo punto.
- c. Se instaló el equipo Hi-Vol PM₁₀ de acuerdo a barlovento y sotavento; es decir, de dónde proviene y hacia dónde se dirige el viento.
- d. Procedimiento para determinación de la concentración del material particulado:
 - Antes de empezar cada monitoreo se calculó el peso seco a los filtros de cuarzo en el laboratorio. Para ello se utilizó una estufa a una temperatura de 105 °C por

un tiempo de 24 horas para el secado del filtro; luego se pesó en la balanza analítica para conocer los pesos iniciales. Una vez pesado se transportó los filtros protegidos (de la humedad y partículas) dentro de bolsas impermeables herméticas al punto donde se realizó el muestreo. Paralelo a eso se transportó el equipo Hi-Vol, estacas, extensiones, estabilizador, los guantes impermeables, cinta de seguridad, GPS, soplete, silicona y cartillas para el flujo de energía del equipo.

- Estando en el campo se identificó las coordenadas del punto de muestreo con el GPS, luego se procedió a la instalación del equipo Hi-Vol para ello se colocó la extensión para la transmisión del fluido eléctrico al área de trabajo del equipo. Luego se limpió tanto interno como externo el equipo Hi-Vol con un soplete, se colocó el filtro de cuarzo dentro del equipo y se aseguró, se instaló las cartillas para el flujo de energía; se encendió el equipo para programar la hora, fecha y tiempo (24 horas) de monitoreo.
- Una vez que el equipo puesto en operatividad se empezó a cerrar el área de trabajo para ello se utilizó estacas para delimitar el área de trabajo, cinta de

seguridad para cerrar el área de trabajo y evitar que personas inescrupulosas o animales ingresen al área de trabajo del equipo.

- Durante el periodo de cada monitoreo se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla N° 7:
Datos de monitoreo.

DATOS	UNIDADES
<i>Presión de Flujo del equipo</i>	Pulgadas de agua (IN H2O)
<i>Presión barométrica</i>	Milibar
<i>Presión barométrica</i>	mmHg
<i>Temperatura ambiente</i>	°C
<i>Tiempo</i>	Horas

Fuente: *Elaborado en base al Informe de Monitoreo N° MO17030072.*

- Después de terminar cada monitoreo, se retiró cuidadosamente el filtro con la muestra del Hi-Vol y se lo colocó en una bolsa impermeable hermética para luego ser transportado hacia el laboratorio.
- Estando en el laboratorio, el filtro con la muestra, se volvió a secar en la estufa a una temperatura de 105 °C por un tiempo de 24 horas. Después de las 24 horas de secado se procedió a pesar en la balanza analítica el filtro con la muestra.

- Luego por diferencia de peso se calculó el peso de la muestra.

3.3.1.2. *Recolección de datos entrevista sobre enfermedades*

respiratorias. - fue la situación de interrelación intencionada entre el investigador y los trabajadores de la minera Casapalca, quienes nos proporcionaron información sobre sus datos generales y de enfermedades respiratorias.

La entrevista consta de las siguientes partes: título de la investigación, información específica sobre el llenado (instrucciones), datos generales (sexo, edad, condición laboral) y sobre la presencia y frecuencia de enfermedad respiratoria en el presente año en curso.

3.3.2 Técnicas para Presentación de los Datos:

- ***Procedimientos de Recolección de Datos:***

En la tesis utilizamos el software IBM SPSS Statistics versión 24. Los datos coexistieron ordenados y etiquetados adecuadamente. Se tuvo que recurrir a transformación de algunas variables numéricas en categóricas dicotómicas con fines del análisis de contraste de hipótesis.

Para la presentación de la indagación se recurrió al uso de gráficos y tablas que permitan su interpretación y análisis.

Se realizó en primer lugar un análisis descriptivo de las variables enfermedades respiratorias y material particulado (PM_{10} Y $PM_{2.5}$),

consideradas en la investigación y el cálculo de los indicadores respectivos.

Luego se procedió al análisis de la asociación entre las variables. Para poder establecer la asociación entre las variables cuantitativas, se realizó un Análisis de correlación, considerando como variable dependiente las enfermedades respiratorias (expresada en incidencia de enfermedades por trimestre, siendo una variable cuantitativa continua), y las variables independientes cuantitativas (Material particulado PM_{10} Y $PM_{2.5}$). Con este análisis obtuvimos el coeficiente de correlación de Pearson (que indica la fuerza de asociación de cada variable en el modelo) y su significancia, así como los coeficientes beta estandarizado (que indican la dirección de la asociación) con las variables explicativas en el modelo.

- ***Procedimiento de Elaboración de los Datos:***

Se utilizó las matrices para registro de información estadísticas con sus respectivos gráficos en los cuales se ejecutó un análisis e interpretación de los mismos basados en los objetivos planteados; para someterlo a discusión con literaturas de otros autores.

3.3.3 Para el Análisis e Interpretación de los Datos:

3.3.3.1. *Plan de tabulación:*

Luego de la aprobación del proyecto de investigación siguió el siguiente procedimiento para la recolección de datos el cual se desarrolló con los resultados de las variables y la relación entre ellas en base a los objetivos planteados:

- Se realizó la gestión con los encargados de la compañía minera Casapalca S.A.
- Se ejecutó la tesis.
- Se realizó la tabulación y conteo de los datos recopilados mediante un paloteo manual.
- Se presentó la información en cuadros estadísticos.
- Se realizó el análisis e interpretación y comparación de los datos considerando los resultados obtenidos.
- Luego se realizó las conclusiones y recomendaciones.
- Los resultados del trabajo de investigación fueron entregados a los encargados de la obra.

3.3.3.2. *Plan de análisis. -*

Fue realizado mediante la descripción de cada una de las tablas, analizando e interpretando los datos obtenidos por tablas mediante frecuencia absoluta (N°) y frecuencia relativa (%).

3.3.3.3. Prueba estadística. - Se define según (Elorza 2000), como una “Regla convencional para comprobar o contrastar hipótesis estadísticas” es decir establece la probabilidad de rechazar falsamente una Hipótesis alterna igual a un valor lo más pequeño posible; a continuación, de concierto con la Hipótesis se determinó una zona de rechazo tal que la probabilidad de observar un valor muestral en esa región sea igual o menor que a cuando Hipótesis alterna es cierta; se emplearon los siguientes pasos:

a. Paso 1. Plantear la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_a):

- Hipótesis nula. -Es la Afirmación o enunciado acerca del valor de un parámetro poblacional.
- Hipótesis alternativa. - Afirmación que se reconocerá si los datos muestrales proporcionan amplia evidencia que la hipótesis nula es rechazada.

b. Paso 2. Seleccionar el nivel de significancia:

- El nivel de significancia, es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera. Se utilizó un nivel significancia de 0.05 (nivel del 5%); es decir la prueba tubo un nivel de confianza del 95% y a un nivel de significancia del 0.05.

c. Paso 3. Calcular el valor estadístico de la prueba:

Para la prueba de hipótesis, se empleó el método Correlacional de Pearson paramétrico. Al respecto, Hernández, et al. (2010: 311) Afirman que “*es una prueba estadística para evaluar hipótesis acerca de la relación entre dos variables medidas a una escala intervalo o razón*”; al respecto tanto la variable independiente: material particulado y enfermedades respiratorias, tienen una escala de medición entre intervalo u razón:

- El resultado del Correlacional de Pearson paramétrico puede variar de -1.00 a +1.00 donde:

-1.00 = Correlación negativa perfecta.

-0.90 = Correlación negativa muy fuerte.

-0.75 = Correlación negativa fuerte.

-0.50 = Correlación negativa media.

-0.10 = Correlación negativa débil.

0.00 = No existe correlación entre ambas variables.

0.10 = Correlación positiva débil.

0.50 = Correlación positiva media.

0.75 = Correlación positiva fuerte.

0.90 = Correlación positiva considerable.

1.00 = Correlación positiva perfecta.

- El signo indica la dirección de la correlación (positiva o negativa); y el valor numérico la magnitud de la correlación.

d. Paso 4. Formular la regla de decisión:

- Una regla de decisión es un enunciado de condiciones según las que se acepta o se rechaza la hipótesis nula. La región de rechazo precisa la ubicación de todos los valores que son excesivos grandes o excesivos pequeños, por lo que es muy remota la probabilidad de que ocurran según la hipótesis nula verdadera.
- Regla de decisión:

Si $p \leq 0.05$; Entonces Se Rechaza La Hipótesis Nula H_0 .

Por tanto, se acepta la hipótesis alterna H_a .

e. Paso 5. Tomar una decisión:

- Se mide el valor observado de la estadística muestral con el valor crítico de la estadística de prueba $p \leq 0.05$. Después se acepta o se rechaza la hipótesis nula. Si se rechaza esta, se acepta la alternativa.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS:

Tabla N° 8:

Genero Biológico en la muestra en estudio, 2017.

<i>Genero Biológico</i>	AREA DE MOLIENDA Y CHANCADO				Total	Porcentaje
	Personal técnico	Personal de vigilancia	Personal obrero	Personal de Mantenimiento		
Masculino	6	3	4	5	18	55.56
Femenino	2	4	3	3	12	44.44
Total	8	7	7	8	30	100

Fuente: elaboración a base del anexo 01.

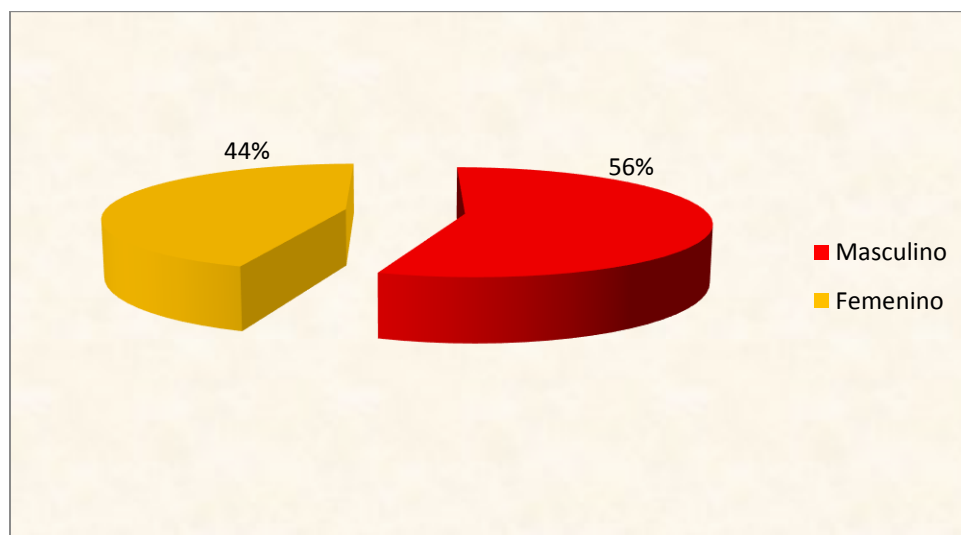


Ilustración N° 3:

Genero Biológico en la muestra en estudio, 2017.

Análisis e Interpretación:

La presente ilustración sobre el género biológico en la muestra en estudio; se apreció, que el mayor porcentaje obtuvo el género masculino con un 56% y el menor porcentaje el género femenino con 44 %.

Tabla N° 9:

Concentración del material particulado PM 10 por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Resultado	Monitoreo Trimestral				Total	Promedio	Desviación estándar
	I	II	III	IV			
PM 10	91.8	94	29.1	93.6	308.50	77.13	44.26

ECA de aire para PM 10 = 150 ug/M3.

Fuente: Elaboración a base del anexo 01.

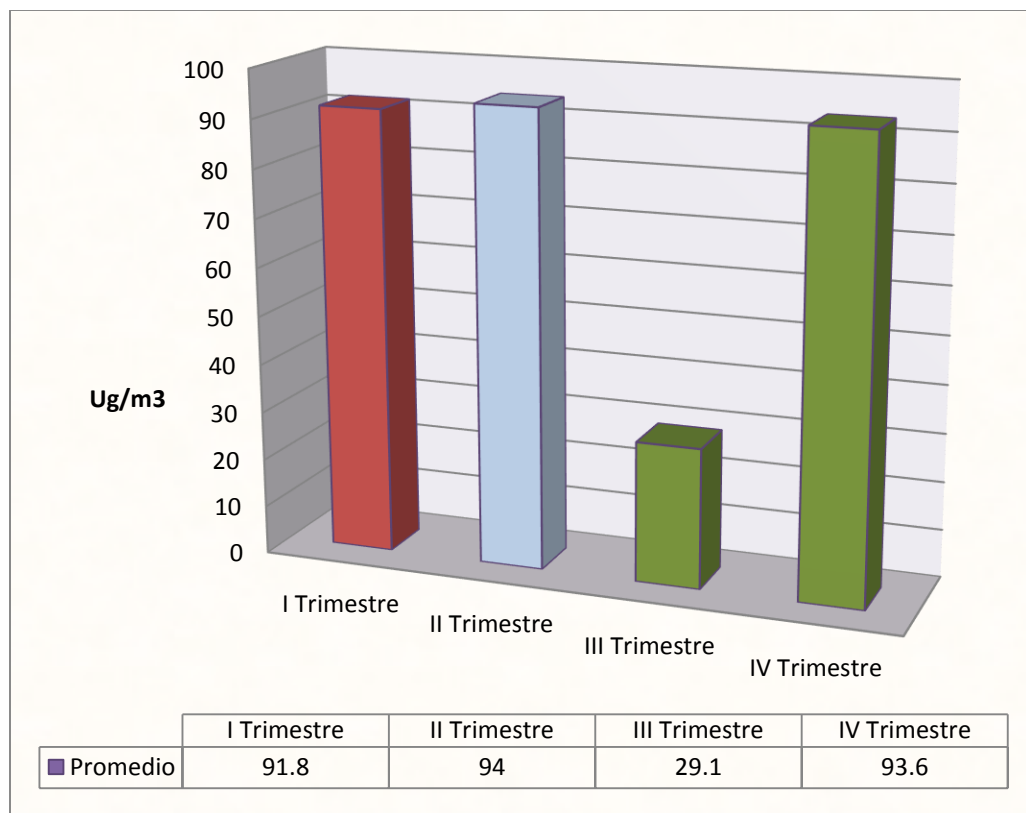


Ilustración N° 4:

Concentración del material particulado PM 10 por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Análisis e interpretación:

Al analizar concentración de material particulado PM10 por trimestre en el área de molienda y chancado, se observa que el II trimestre obtuvo un puntaje 93.6 y en el III trimestre 29.1.

Tabla N° 10:

Concentración de material particulado PM 2.5 por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Resultado	Monitoreo Trimestral				Total	Promedio	Desviación estándar
	I	II	III	IV			
PM 2.5	8	8	2.3	9.3	27.60	6.90	4.11

ECA de aire para PM 2.5 = 25 ug/M3.

Fuente: elaboración a base del anexo 01.

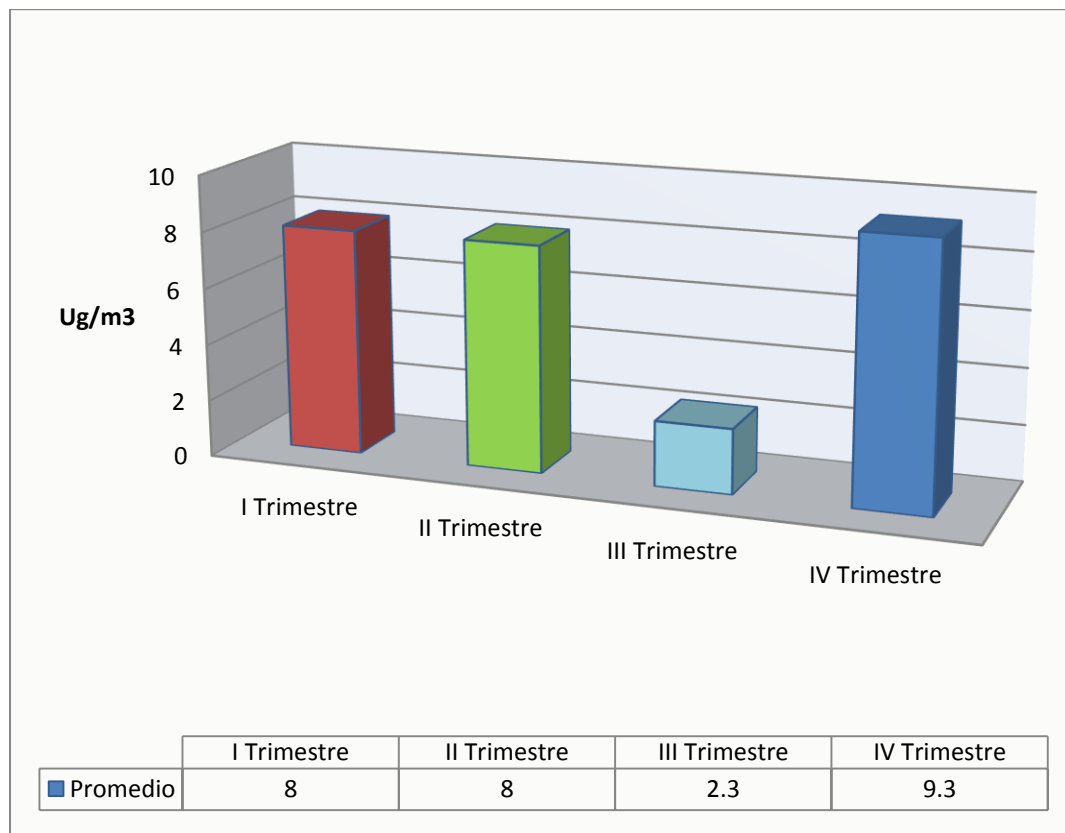


Ilustración N° 5:

Concentración de material particulado PM 2.5 por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Análisis e interpretación:

Al analizar concentración de material particulado PM12.5 por trimestre en el área de molienda y chancado, se observa que el IV trimestre obtuvo un puntaje 9.3 y en el III trimestre 2.3.

Tabla N° 11

Temperatura (°C) por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Resultado	Monitoreo Trimestral				Total	Promedio	Desviación estándar
	I	II	III	IV			
Temperatura mínima	0	1.4	0	1	2.40	0.60	0.67
Temperatura promedio	1.9	3.6	2.4	3.5	11.40	2.85	1.47
Temperatura máxima	6.8	7.5	5	15.1	34.40	8.60	5.45

Fuente: Elaboración a base del anexo 01.

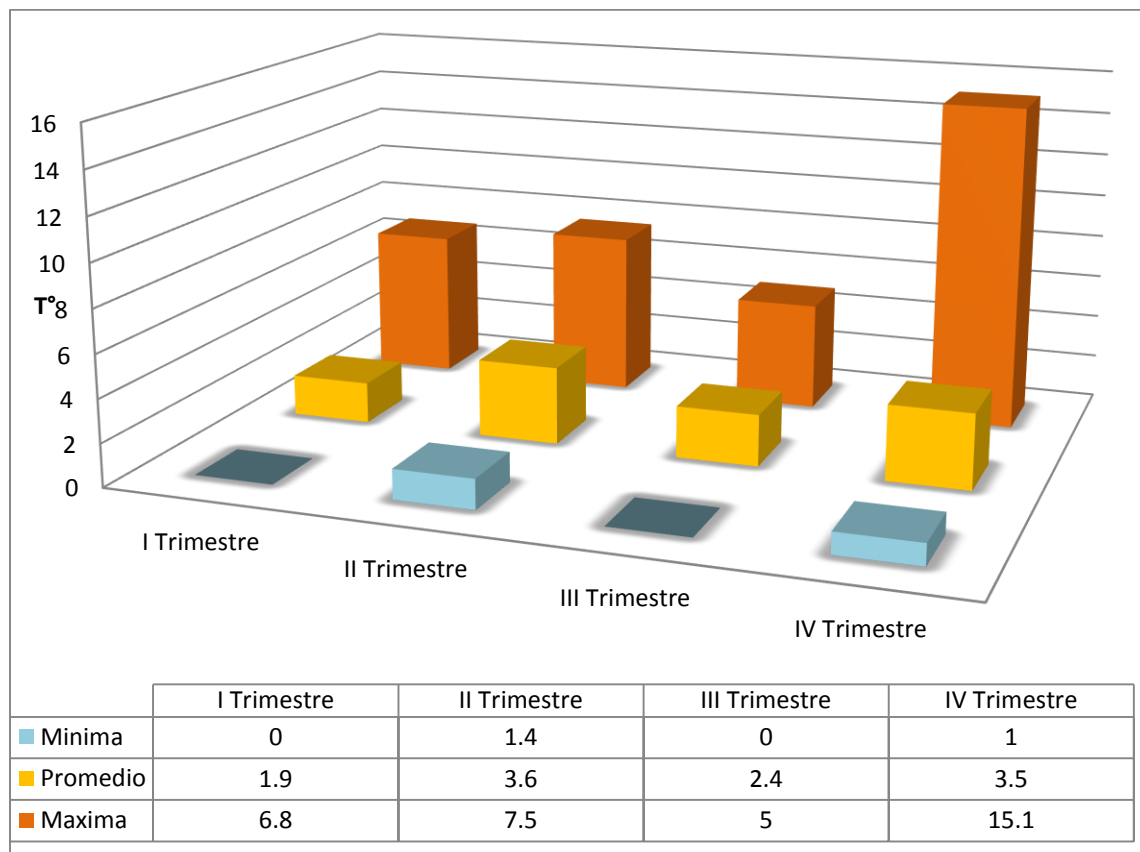


Ilustración N° 6:

Temperatura (°C) por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Análisis e interpretación:

Al analizar la temperatura por trimestre en el área de molienda y chancado, se observó que la temperatura promedio fluctuó entre 1.9 y 3.6 °C.

Tabla N° 12

Porcentaje de humedad relativa (%) por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Resultado	Monitoreo Trimestral				Total	Promedio	Desviación estándar
	I	II	III	IV			
Humedad relativa mínima	87	50	57	41	235.00	58.75	31.44
Humedad relativa promedio	93	79	71	75	318.00	79.50	36.51
Humedad relativa máxima	96	92	83	84	355.00	88.75	40.06

Fuente: Elaboración a base del anexo 01.

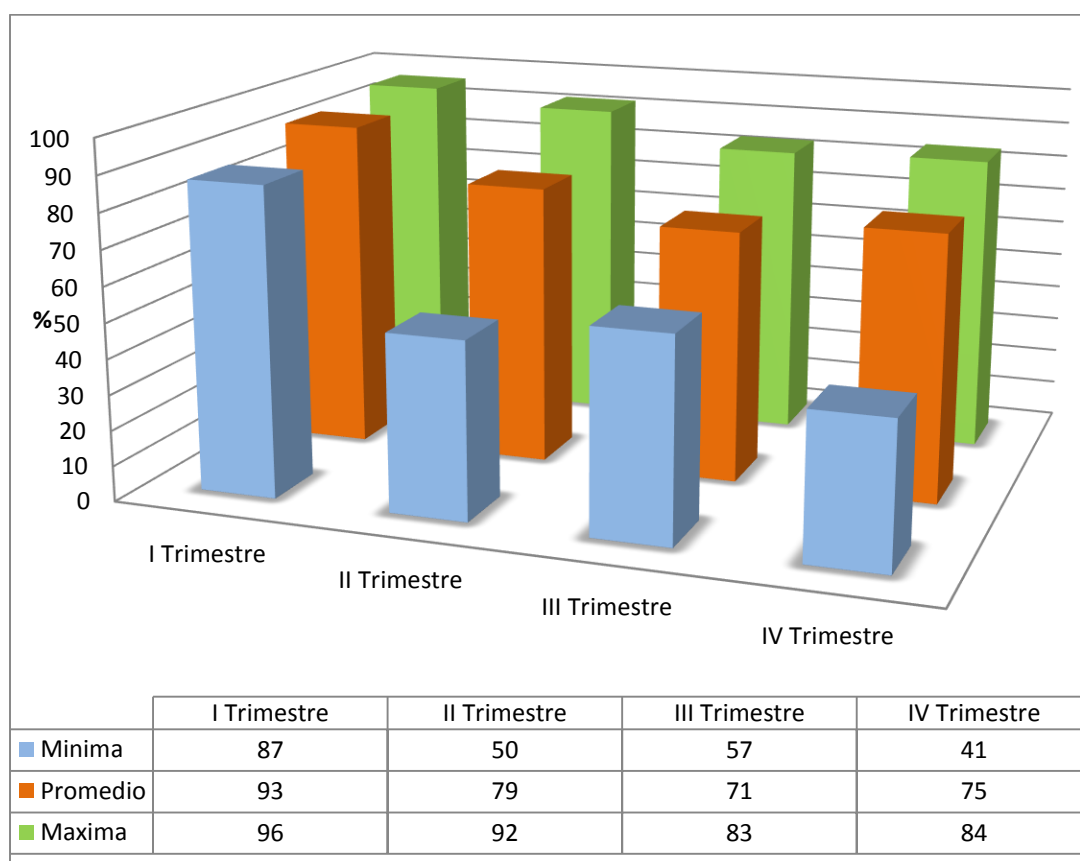


Ilustración N° 7:

Porcentaje de humedad relativa (%) por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Análisis e interpretación:

Al analizar la humedad relativa (%) por trimestre en el área de molienda y chancado, se observó que la humedad relativa promedio fluctuó entre 71 y 93%.

Tabla N° 13:

Precipitación (mm) por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Resultado	Monitoreo Trimestral				Total	Promedio	Desviación estándar
	I	II	III	IV			
Precipitación mínima	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00
Precipitación promedio	0.07	0.15	0	0.03	0.25	0.06	0.06
Precipitación máxima	0.22	0.3	0	0.06	0.58	0.15	0.14

Fuente: Elaboración a base del anexo 01.

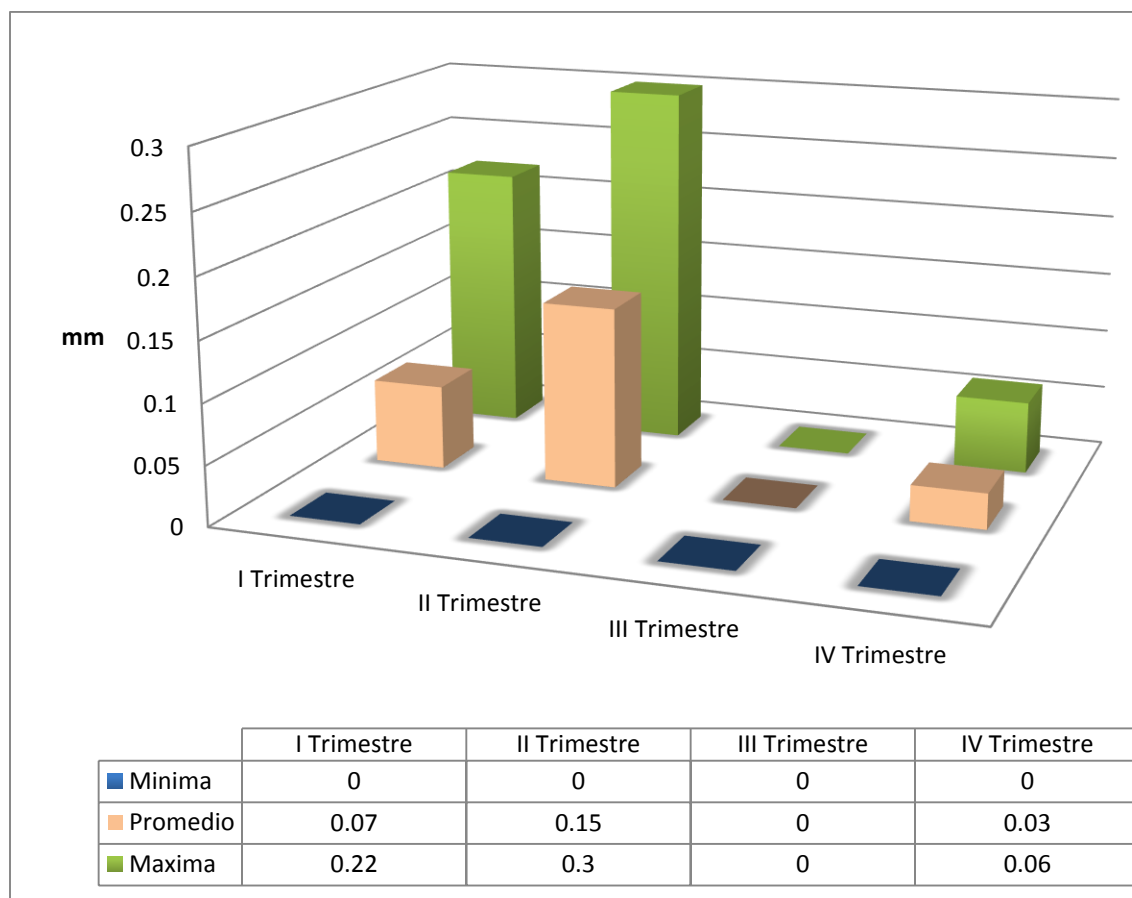


Ilustración N° 8:

Precipitación (mm) por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Análisis e interpretación:

Al analizar la precipitación (mm) por trimestre en el área de molienda y chancado, se observó que la precipitación promedio fluctuó entre 0.0 y 0.15°C.

Tabla N° 14:

Velocidad del viento (m/s) por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Resultado	Monitoreo Trimestral				Total	Promedio	Desviación estándar
	I	II	III	IV			
Velocidad mínima del viento	0	0.4	0.9	0.4	1.70	0.43	0.37
Velocidad promedio del viento	0.3	1.7	2.3	1.3	5.60	1.40	0.96
Velocidad máxima del viento	0.9	2.7	4.5	4	12.10	3.03	1.94

Fuente: elaboración a base del anexo 01.

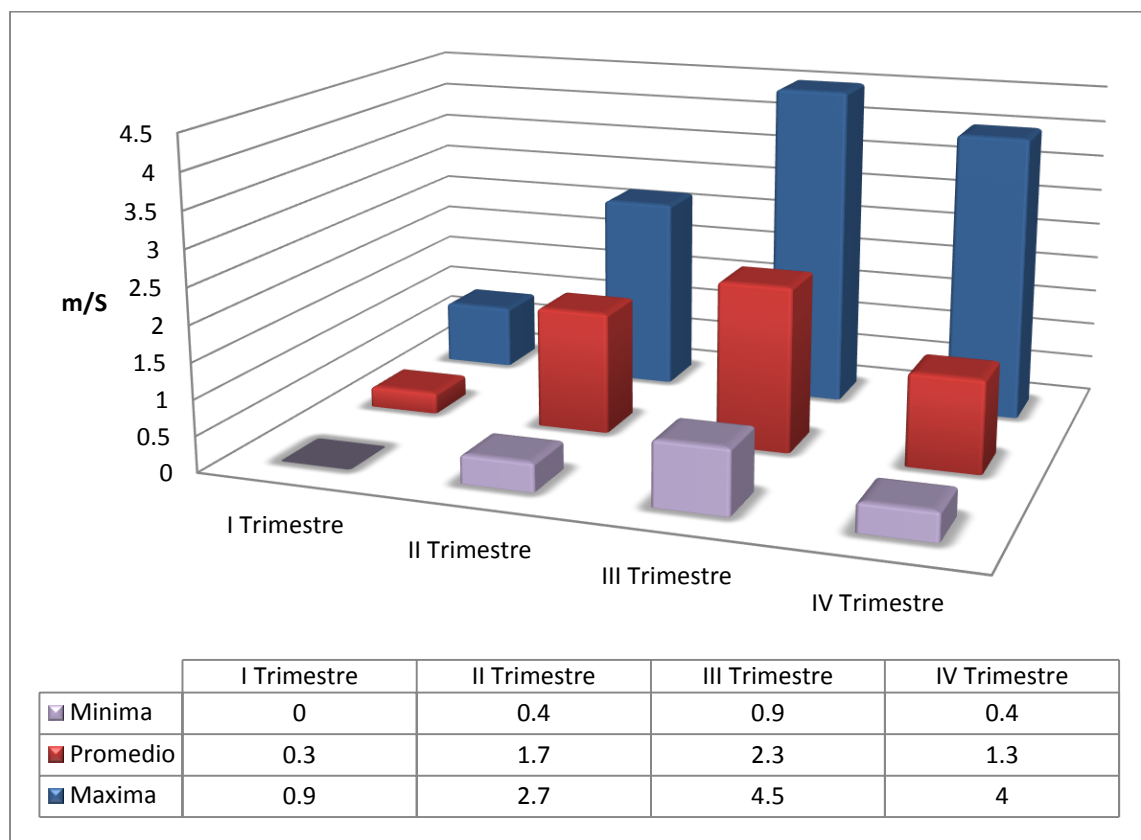


Ilustración N° 9:

Velocidad del viento (m/s) por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Análisis e interpretación:

Al analizar la velocidad del viento (m/s) por trimestre en el área de molienda y chancado, se observó que la velocidad promedio del viento fluctuó entre 0.3 y 2.3 m/s.

Tabla N° 15:

Incidencia de enfermedades respiratorias en los grupos ocupacionales por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Grupos ocupacionale s	Enfermedades respiratorias por trimestre								Total		Desviación estándar
	I		II		III		IV				
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Personal de Planta	13	20.97	17	27.41	4	6.45	6	9.68	40	67.80	6.06
Equipo técnico	1	14.29	2	28.57	0	0.00	2	28.57	5	8.47	0.96
Personal de Almacén	0	0.00	1	14.29	1	14.29	0	0.00	2	3.39	0.58
Personal de Mantenimient o	2	28.57	0	0.00	0	0.00	1	14.29	3	5.08	0.96
Técnicos en Albañearía	2	28.57	0	0.00	1	14.29	1	14.29	4	6.78	0.82
Técnicos en electricidad	1	14.29	2	28.57	0	0.00	0	0.00	3	5.08	0.96
Técnicos en mecánica	0	0.00	1	14.29	0	0.00	1	14.29	2	3.39	0.58

Fuente: *Elaboración a base al registro de enfermedades del centro hospitalario de referencia.*

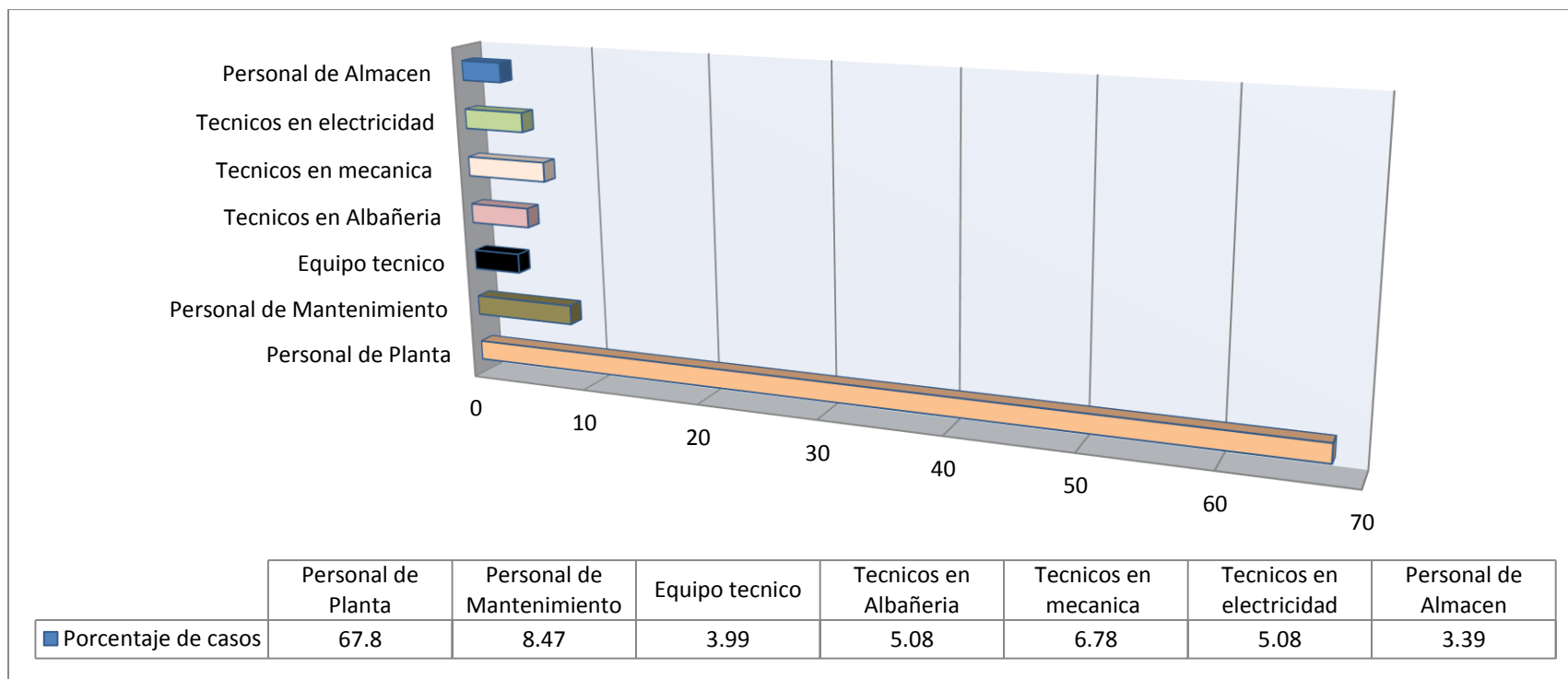


Ilustración N° 10

Incidencia de enfermedades respiratorias en los grupos ocupacionales por trimestre en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Análisis e interpretación:

Al analizar el porcentaje de casos de enfermedad respiratoria por trimestre de personal que labora en el área de molienda y chancado, se observó que el mayor porcentaje se presenta en el personal de planta 67.8%, seguido de personal de mantenimiento con un 8.47% y el menor porcentaje en el equipo técnico con un 3.99%.

4.2. CONTRASTE O PRUEBA DE HIPOTESIS:

Para el contraste de la hipótesis, se empleó el coeficiente de correlación de Pearson, ya que el estudio tiene como objetivo evaluar la relación del material particulado con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017. Para procesar los datos se ha utilizado el software estadístico SPSS 24. Así mismo, se ha trabajado con un nivel de significancia del 5%.

4.2.1 Prueba de hipótesis específica 01:

- **H_{a1}:** El material particulado PM₁₀ se relaciona con la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.
- **H₀₂:** El material particulado PM₁₀ no se relaciona con la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Prueba de contraste:

El Sig. Nivel de significancia es significativo cuando: Sig. <0,05.

Es decir:

- Si Sig. Valor es menor e igual a 0,05, se rechaza la hipótesis nula (H₀)
- Si Sig. Valor es mayor a 0,05, se acepta la hipótesis nula (H₀)

Estadístico de prueba:

$$\frac{n\Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2} \sqrt{n(\Sigma y^2) - (\Sigma y)^2}}$$

Donde el recorrido del coeficiente de correlación muestral “r” se ubica en el siguiente intervalo: $r \in < -1; 1 >$

Tabla N° 16:

Relación entre el material particulado PM₁₀ y la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Variables	Material particulado PM ₁₀	
	r	p
Nivel de conocimiento	0.546	0.002

Fuente: Anexo 01 (guía de análisis documental de las enfermedades respiratorias) y 02 (hoja de datos de material particulado PM₁₀ y PM_{2.5}).

Análisis e Interpretación:

Analizando la relación entre el material particulado PM₁₀ y la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017, en forma cuantitativa entre los puntajes, se obtuvo un nivel de significancia de 0.002, y por el cual es menor a 0.05; por lo cual se rechaza la hipótesis Nula. Luego, del resultado obtenido, se infiere que, con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, se determinó que existe una correlación estadísticamente significativa de 0.546; es decir existe una correlación positiva media entre variables, la relación dependencia entre las variables es del 54.6 % aproximadamente; Además, ésta relación, expresa la siguiente tendencia: *cuanto mayor sea la concentración de material particulado PM₁₀ , existirá más casos de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A .*

4.2.2 Prueba de hipótesis específica 02:

Ha₁: El material particulado PM_{2.5} se relaciona con la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

H₀₂: El material particulado PM_{2.5} no se relaciona con la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Prueba de contraste:

El Sig. Nivel de significancia es significativo cuando: Sig. <0,05.

Es decir:

- Si Sig. Valor es menor e igual a 0,05, se rechaza la hipótesis nula (H₀)
- Si Sig. Valor es mayor a 0,05, se acepta la hipótesis nula (H₀)

Estadístico de prueba:

$$\frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

Donde el recorrido del coeficiente de correlación muestral “r” se ubica en el siguiente intervalo: $r \in < -1; 1 >$

Tabla N° 17

Relación entre el material particulado $PM_{2.5}$ e incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Variables	Material particulado $PM_{2.5}$	
	r	p
Incidencia de enfermedades respiratorias	0.667	0.001

Fuente: Anexo 01 (guía de análisis documental de las enfermedades respiratorias) y 02 (hoja de datos de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$).

Análisis e Interpretación:

Analizando la relación entre el material particulado $PM_{2.5}$ y la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017, en forma cuantitativa entre los puntajes, se obtuvo un nivel de significancia de 0.001, y por el cual es menor a 0.05; por lo cual se rechaza la hipótesis Nula. Luego, del resultado obtenido, se infiere que, con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, se determinó que existe una correlación estadísticamente significativa de 0.667; es decir existe una correlación positiva media entre variables, la relación dependencia entre las variables es del 66.7 % aproximadamente; Además, ésta relación, expresa la siguiente tendencia: *cuanto mayor sea la concentración de material particulado $PM_{2.5}$, existirá más casos de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A .*

4.2.3 Prueba de hipótesis General:

Ha: El material particulado se relaciona con la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

H₀₂: El material particulado no se relaciona con la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Prueba de contraste:

El Sig. Nivel de significancia es significativo cuando: Sig. <0,05.

Es decir:

- Si Sig. Valor es menor e igual a 0,05, se rechaza la hipótesis nula (H₀)
- Si Sig. Valor es mayor a 0,05, se acepta la hipótesis nula (H₀)

Estadístico de prueba:

$$\frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

Donde el recorrido del coeficiente de correlación muestral “r” se ubica en el siguiente intervalo: $r \in < -1; 1 >$

Tabla N° 18

Relación entre el material particulado e incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017.

Variables	Material particulado (PM10-PM2,5)	
	r	p
Incidencia de enfermedades respiratorias	0.6065	0.002

Fuente: Anexo 01 (guía de análisis documental de las enfermedades respiratorias) y 02 (hoja de datos de material particulado PM₁₀ y PM_{2,5}).

Análisis e Interpretación:

Analizando la relación entre el material particulado y la incidencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017, en forma cuantitativa entre los puntajes, se obtuvo un nivel de significancia de 0.002, y por el cual es menor a 0.05; por lo cual se rechaza la hipótesis Nula. Luego, del resultado obtenido, se infiere que, con un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error, se determinó que existe una correlación estadísticamente significativa de 0.6065; es decir existe una correlación positiva media entre variables, la relación dependencia entre las variables es del 66.7 % aproximadamente; Además, ésta relación, expresa la siguiente tendencia: *cuanto mayor sea la concentración de material particulado, existirá más casos de enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A .*

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de los resultados de la investigación con las referencias bibliográficas

La tesis de “*Evaluación del material particulado y su relación con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017*”, se contrasto mediante la prueba de correlación de Pearson (r) paramétrico que existe relación entre el material particulado y la incidencia de enfermedades respiratorias en la muestra en estudio se decir se evaluó que existe una correspondencia media a considerable positiva, siendo los resultados significativos; lo que permite aceptar la hipótesis de investigación y rechazar la hipótesis nula; en consecuencia se concluye que existe relación entre estas dos variables en la población en estudio.

El sistema respiratorio constituye la principal vía de entrada del material particulado en el organismo. La deposición de las partículas en diferentes partes del cuerpo humano depende del tamaño, forma y densidad de las partículas, así como de la respiración del individuo (nasal u oral). Posteriormente, los efectos que puede influir el material particulado en el organismo dependen de la granulometría, la morfología y la composición química de las partículas, el tiempo de exposición y la suspicacia de cada persona. Todas las partículas de diámetro $<10\ \mu\text{m}$ (PM₁₀, partículas

torácicas) tienen un tamaño apto para penetrar en la región traqueo bronquial (Figura 1.6), además sólo aquellas de diámetro $<2.5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$, partículas alveolares) podrían alcanzar la cavidad alveolar y, por tanto, avivar mayores afecciones, según los estudios epidemiológicos realizado a cabo en las décadas de 1980 y 1990 se han demostrado suficientes datos positivos para afirmar, que existe una correlación significativa entre la exposición al material particulado atmosférico y diversos efectos adversos sobre la salud (Dockery et al., 1993; Schwartz, 1994 y 1996; Bascom et al., 1996; Dockery y Pope, 1996; Brunekreef et al., 1997; Künzli et al., 2000). En estos estudios los niveles de material particulado se caracterizó de diferentes formas, incluyendo la concentración en masa total (Partículas en Suspensión Totales, PST), la concentración de algunas de sus fracciones (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, PM_1), la composición química o la concentración de black carbon (BC). Según sus resultados, a manera de ejemplo, en Austria, Suiza y Francia el 6% de los fallecimientos anuales (aproximadamente 40.000 muertes/año) son aplicables a la contaminación por partículas atmosféricas (Künzli et al., 2000). Dados los efectos de la exposición al material particulado atmosférico se observan tanto en episodios de contaminación crónicos como agudos (WHO, 2002). Ambos tipos de episodio sobrellevan el aumento en los ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias y cardiovasculares, siendo estas las más principales causas de los incrementos en la mortalidad (Schwartz, 1994; Dockery y Pope, 1996).

CONCLUSIONES

De la Tesis elaborada para evaluar la relación entre el material particulado con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Según el resultado de la evaluación de la concentración de material particulado PM10 y pm 2.5 por trimestre, no sobrepasan el estándar de calidad de aire.
- La incidencia de enfermedades respiratorias por grupo ocupacional se observó que el mayor porcentaje de incidencia se presentó en el personal de planta con un 67.8% (40 casos).
- Al realizar la contratación de las hipótesis de forma cuantitativa entre los puntajes de las variables: material particulado y las enfermedades respiratorias en los trabajadores del proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima 2017, se obtuvo un nivel de significancia de 0.002, por tanto, se rechaza la hipótesis Nula. Luego, es existe una correlación estadísticamente significativa de 0.667; existe una correlación positiva media entre variables, es decir, que la relación o dependencia entre las variables es del 66.7 % aproximadamente; Además, ésta relación, expresa la siguiente tendencia: cuanto mayor sea la concentración de material particulado, la incidencia de casos de enfermedades respiratorias será mayor.

RECOMENDACIONES

A partir de las conclusiones arribadas en la tesis podemos destacar las siguientes recomendaciones:

A la dirección de la compañía minera Casapalca S.A, implementar medidas de protección ambiental y de seguridad y salud en el trabajo con la finalidad de prevenir la ocurrencia de enfermedades respiratorias en los trabajadores.

Tener mayor énfasis en la implementación de medidas de reingeniería así también en la protección individual.

La tesis sirva de diagnóstico de la situación de salud del personal que labora en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

6.1. Referencias Bibliográficas:

AirNow. (2015). *Air Quality Now-*. California-EEUU.: Pollution Basic.

Blanco-Becerra L, M.-S. V.-C.-V. (2014). *estimación del grado de contaminación de material particulado-Lima*. Lima-Peru: GP Santillán.

Castillo Avila, G. M. (2017). *Particulas sedimentables del aire y su influencia en las infecciones respiratorias agudas en la ciudad de Tayabamba*. Tingo María.: Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Defelippe, L. A. (2014). *"Las lesiones osteomioarticulares más frecuentes en recolectores de residuos"*. Tandil- Argentina: Universidad FASTA Ciencias Medicas.

Elita Merlo, C. S. (2016). *"EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES PRESENTES EN RECOLECTORES DE RESIDUOS DE LA MUNICIPALIDAD DE VILLA CURA BROCHERO"*. Villa Cura Bochero-Argentina: Instituto Tecnico Superior Mina Clavero.

EPA, A. d. (2016). *Efectos del material particulado*. .

Farías E, R. C. (2004). El Proceso de Fijación y Revisión de Normas de calidad del Aire/Lima-Peru. *División de Salud y Ambiente.*, 50-52.

Giraldo, A. y. (2001). *El índice de calidad ambiental y calidad de vida*. Lima: UNMSM-Ministerio Salud.

H Pérez–Vidal, M. L.–R.–P. (2008). *estudio Análisis de partículas suspendidas totales (PST) y partículas fracción respirable (PM10), en Cunduacán, Tabasco-Mexico*. unduacán, Tabasco.: México.

- Hoyos, E. M. (2015). *Calidad del aire y los efectos en la salud por PM10, en un tramo de la av. Túpac Amaru, distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo-Ucayali-2015*. Pucallpa.: Universidad nacional de Ucayali.
- J., S., & Concepción, E. (2004). Evaluación de la Contaminación Atmosférica en la Zona Metropolitana de Lima-Callao. *Boletín Meteorológico e Hidrológico del SENAMHI. Cap. IV. Ambiente.*, 5-8.
- JACOB, S. (2003). *Atlas de Anatomia Humana 1ª ed.* Madrid-España: Elsevier.
- JORGE ALCALÁ, M. M. (2008). *RETENCIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO EN ESPECIES ARBÓREAS INDICADORAS DE LA PLANEACIÓN URBANA SUSTENTABLE: CIUDAD DE CHIHUAHUA, MEXICO*. Chihuahua-Mexico.: MULTEQUINA.
- Judith Villacorta, e. a. (2008). *Actitudes hacia la conservación del medio ambiente de padres de familia, docentes y estudiantes de la zona urbana y rural de Belén .* Belen-Iquitos: Facultad de Ciencias de la Educacion y Humanidades de la UNAP.
- Lozano, F. (2012). *Determinación del Grado de Partículas Atmosféricas Sedimentables, Mediante el Método de Muestreo Pasivo, Zona Urbana –Ciudad de Moyobamba*. Moyobamba: Tesis.UNSM.
- Mészáro. (1999). CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO.
- MINAM. (2009). CONTAMINACION DEL AIRE. *ECOZONATV* , 8 Y 9.
- Palos, D. (2014). *Las lesiones osteomioarticulares más frecuentes en recolectores de residuos*. Cueto, Santiago- Nicaragua.: Universidad FASTA Ciencias medicas.
- Paulina Alejandra, S. V. (2010). *Contaminacion atmosferica por material particulado y consultas de urgencia por morbilidad respiratoria en menores de 5 años eb ka*

- ciudad de Valdivia, periodo mayo-julio, año 2010.* Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Pedro Cárdenas, T. D. (2008). *Escuelas limpias proyecto de gestion ambiental.* Lima: Universidad ESAN.
- Quezada, A. (2010). *Enfermedades respiratorias "Tesis escuela nacional para maestras del cuidado de la salud infantil.* . Lima Perú : Published 13/10/10.
- Quintana, F. L. (2001). Instituto regional de estudios en sustancias tóxicas programa salud, trabajo y ambiente en América Central. *Revista Científica de Programas de Salud*,, 1–38. Obtenido de <http://www.corteidh.or.cr/tablas/29867.pdf>
- Riascos, D. M. (2016). Investigación Al Centro. *Síntomatología musculo esquelética, posturas y posiciones en el personal administrativo del IDSN*, 1(1), 99.
- Rivadeneira, Á. (2012). Salud y Trabajo Programa de Protección. *Botelin de Salud Ocupacional*, 1–4.
- Salud, M. d. (2008). *Norma tecnica de salud que establece el listado de enfermedades profesionales NTP N° 068- MINSA/DGSO-V.1.* Lima-Peru: Estado peruano.
- Sampieri, D. R. (2010). Metodologia de Investigacion. En *definicion del alcance de la investigacion a realizar: explorativa, descriptiva y explicativa* (pág. 80). Mexico: McGraw-Hill.
- Santacruz, E. L. (2008). Contaminacion ambiental. *Diario La Opinión Austral de Río Gallego*, 18,19.
- Sienra M, P. M. (2002). Metodología para la extracción, fraccionamiento y cuantificación de hidrocarburos aromáticos policíclicos presentes en material particulado urbano. *Boletín de la Sociedad Chilena de Química.*, 47(4): 311-324.

- SNMPE. (2016). LOS ESTANDARES DE LA CALIDAD AMBIENTAL Y LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES. *CONEXIONESAN*.
- Solis, D. E. (2006). *La contaminación ambiental y su influencia en la salud de la población de Tumbes*. Tumbes: Universidad Tumbes.
- Telles et al., 1., Olaiz-Fernández, 1., Ballester, 2., & Zamoirano et al., 2. (2004). *Índice de calidad de aire (ICA) de contaminantes atmosféricos Bogoto*. Bogota.: Colombia.
- Torres Rubio, B. M. (2016). *Correlación entre enfermedades respiratorias y concentraciones de pm10 en el distrito la Victoria, en los años 2012-2015*. Chiclayo: Universidad de Lambayeque.
- Trabajo, M. d. (2008). *Norma basica de ergonomia y de procedimiento de evaluacion de riesgo ergonomico (RM N°375-2008-TR)*. Lima: Estado peruano.
- TRABAJO, O. I. (2013). Prevención de enfermedades profesionales. *Sección de Formulación de Políticas/Segmento de Empleo y Protección Social*, 3-5.
- Ubillus., D. (2011). Consorcio de investigacion economica y social. *CIES*, 5-6.
- Velasquez, L. Y. (2014). *Nivel de Conocimientos sobre la Contaminacion Ambientela en los niños y niñas de 5 años de la I.E.N° 275 Llavini- Puno- 2014*. Puno.: Universidad Nacional del Altiplano.
- Villaseñor, B. (2013). Salud laboral: Trastornos Músculo Esqueléticos. *Revista de Salud Laboral*, 2(1), 1.
- Zuñiga, G. M. (2010). *Estudio integrado de factores que influyen sobre la contaminación atmosférica por material particulado respirable de Pudahuel*. Santiago: Universidad de Chile.

Código:

Fecha: .../.../....

Anexos N° 1:

Guía de Análisis Documental de las Enfermedades Respiratorias

1. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Evaluación del material particulado y su relación con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, lima 2017”

2. INSTRUCCIONES: -Señor/a solicito su valiosa colaboración la matriz sobre las enfermedades respiratorias. Desde ya le antelamos nuestros agradecimientos. Por favor, escriba el número de casos en el espacio que corresponda, según su criterio:

3. MATRIZ DATOS SOBRE LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS:

Grupos ocupacionales	Enfermedades respiratorias por trimestre							
	I		II		III		IV	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
<i>Personal de Planta</i>								
<i>Equipo técnico</i>								
<i>Personal de Almacén</i>								
<i>Personal de Mantenimiento</i>								
<i>Técnicos en Albaniñearía</i>								
<i>Técnicos en electricidad</i>								
<i>Técnicos en mecánica</i>								

FUENTE: Reporte de enfermedades respiratorias.

Código:

Fecha: .../.../....

Anexos 2:

Hoja de Datos de Material Particulado (Pm10-Pm2.5)

Fecha:..... Verificado por:Muestreo: PM10, PM2.5

Operador: Análisis de datos:

Nombre/Numero de estación:

Tipo de filtro: Método y equipo de muestreo:

Coordenadas: ESTE.....NORTE.....ALTITUD.....

MUESTRA DE CAMPO / ANÁLISIS LABORATORIO / RESULTADO FINAL

MUESTREO DE CAMPO							ANÁLISIS DE LABORATORIO			RESULTADO FINAL
Fecha	N° de prueba	H.I.	H.F	(min) T.M.	(m³/min) C,R,(Q)LPM	Vol. (m³)	P.I.(mg)	P.F.(mg)	P.M.(mg)	C.(ug/m³) a 25°C y 1 atm

Hora inicial (H.I.) / Hora final (H.F.) /Tiempo medido (T.M) /Caudal real (Q) /Peso inicial (P.I.) / Peso final (P.F.) / Peso medido (P.M.)/ Concentración (C).

Observaciones:

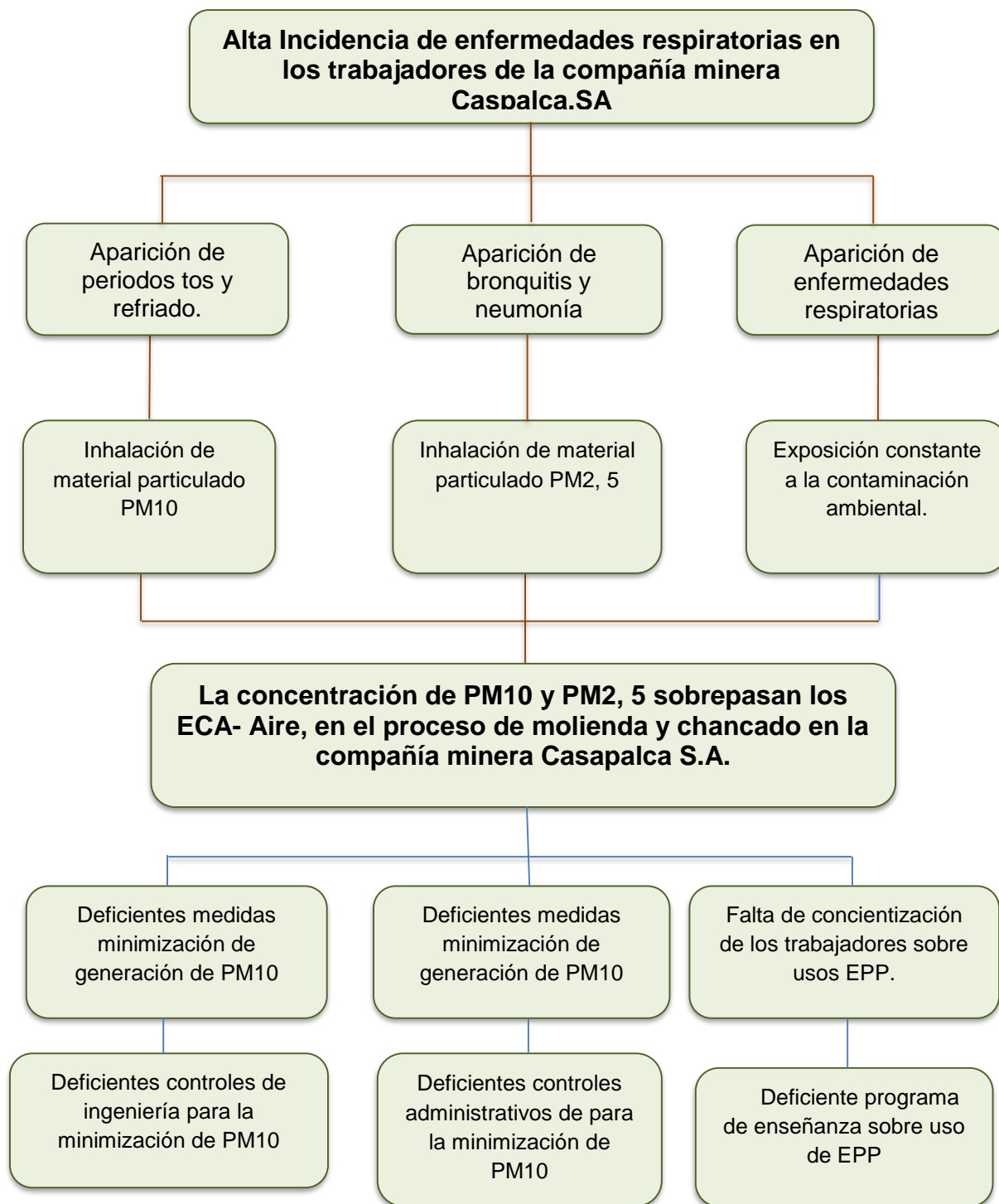
PARAMETROS METEOROLÓGICOS

ESTACIÓN DE MONITOREO	VALORES PROMEDIO						
	<i>Fecha</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Humedad (%)</i>	<i>Velocidad del viento (m/s)</i>	<i>Dirección del viento (puntos cardinales)</i>	<i>Presión (mmhg)</i>	<i>Precipitación (mm)</i>

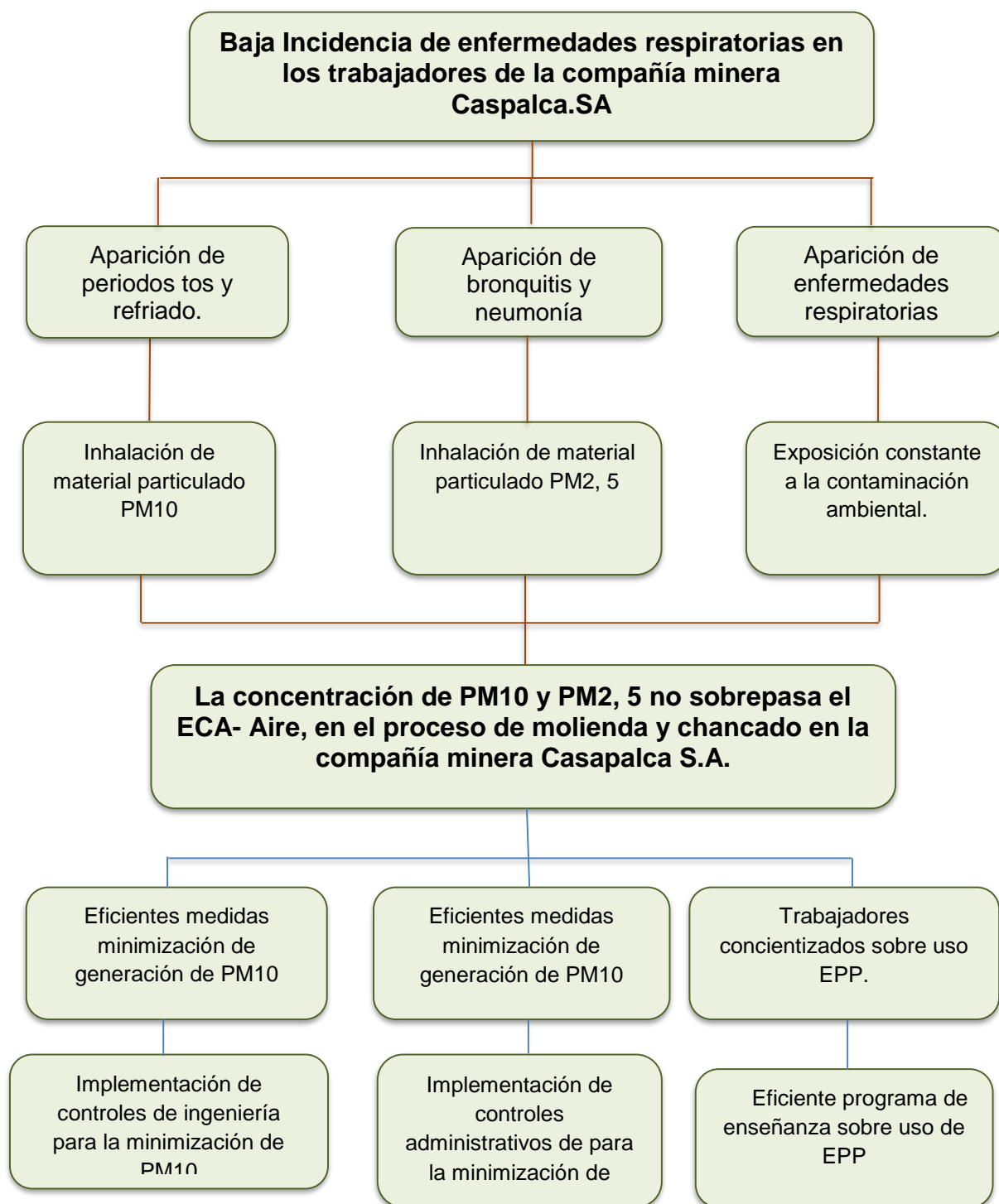
Observaciones:

Anexo N° 3:

Árbol de causas y efectos- medios y fines



Árbol de medios y fines



Anexo N° 4:

Matriz de Consistencia

Título: “Evaluación del material particulado y su relación con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, lima 2017”.

Tesista: Bach. Ing. Amb. Alexander Jhonatan Hermitaño Martínez.

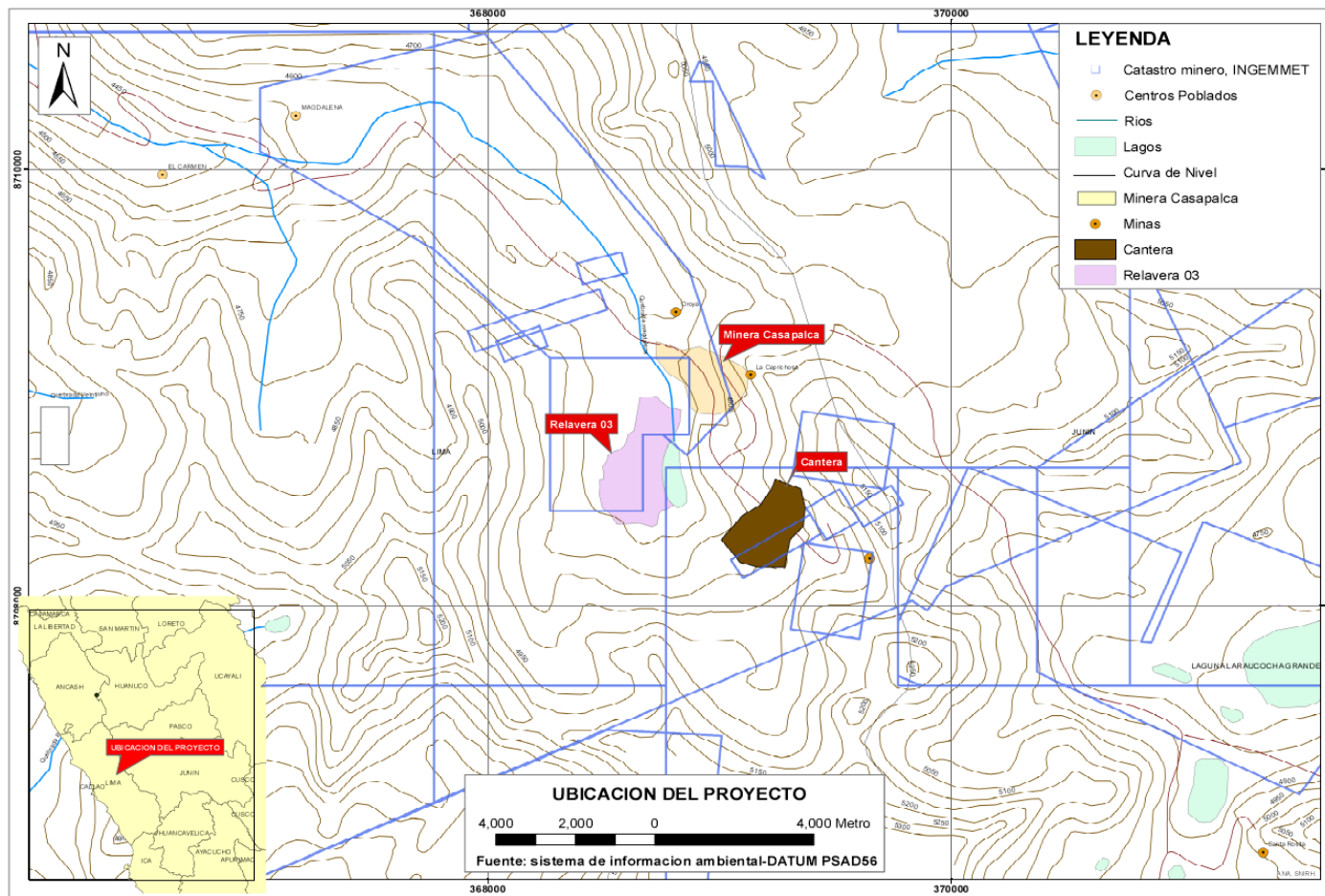
POBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	UNIDAD DE MEDICIÓN	METODOLOGIA	POBLACION Y MUESTRA
Formulación del problema. ¿Cómo el material particulado se relaciona con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A. provincia de Huarochirí, lima 2017?	Objetivo General. Establecer la relación del material particulado con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, lima 2017. Objetivo Específicos. <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la concentración de material particulado y compararlos con los estándares de calidad ambiental. • Determinar la incidencia de 	Hipótesis. Ha: El material particulado se relaciona con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, lima 2017. H0: El material particulado no se relaciona con las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y	Variable Dependiente (x): Enfermedades respiratorias Dimensiones: <ul style="list-style-type: none"> • Alta incidencia • Baja incidencia Indicador: <ul style="list-style-type: none"> • Número de casos nuevos • Número de casos acumulados. Fuente: <ul style="list-style-type: none"> • Reporte trimestral de enfermedades respiratorias. 		Enfoque: Es del tipo: cuantitativo, descriptivo, prospectivo, transversal y correlativo. Alcance: Explicativo- no experimental porque se pretende establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian. Diseño: del tipo explicativo correlacional. <div style="text-align: center;"> <pre> graph LR M --- r --- OX M --- r --- OY OX <--> OY </pre> </div>	Población: Para la determinación del número de muestras del material particulado (PM ₁₀ - PM _{2.5}), se consideró un punto de muestreo a 150 metros de planta procesadora. Para la determinación de la incidencia de enfermedades respiratorias, se consideró a todas aquellas personas que laboran en el proceso de chancado y molienda de la compañía minera Casapalca, provincia de Huarochirí, Lima que son un total de 143 trabajadores.

	<p>enfermedades respiratorias en los trabajadores en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A. provincia de Huarochirí, lima 2017.</p> <ul style="list-style-type: none">Relacionar la concentración de material particulado y las enfermedades respiratorias en el proceso de chancado y molienda en la compañía minera Casapalca S.A. provincia de Huarochirí, lima 2017	<p>molienda en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, lima 2017.</p>	<p>Variable dependiente (Y): PM10 y PM2.5.</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none">Sobrepasa ECA-aire.No sobrepasa ECA-aire <p>Indicador para PM10: 0 - 100ug/m³ 101 -200ug/m³ más de 201 ug/m³</p> <p>Indicador para PM2.5: 0-50ug/m³ 51-100ug/m³ más de 101 ug/m³</p> <p>Fuente:</p> <ul style="list-style-type: none">Resultado de monitoreo de PM10 y PM2.5.	<p>- ug/m³ (Microgramos por metro cubico)</p> <p>- PM10 y PM2.5 (Material particular comprendido entre 2.5 y 10 micras)</p>	<p>Dónde:</p> <ul style="list-style-type: none">M: Muestra de estudio.M: Muestra de estudio.OX: Variable independiente (material particulado).r: Relación entre variable independiente y dependiente.OY: Variable dependiente (enfermedades respiratorias).	<table><tr><th>Áreas de trabajo de personal</th><th>Número de trabajadores</th></tr><tr><td>Planta</td><td>62</td></tr><tr><td>Mantenimiento Técnico</td><td>12</td></tr><tr><td>Albañil</td><td>5</td></tr><tr><td>mecánico</td><td>24</td></tr><tr><td>electricista</td><td>10</td></tr><tr><td>Almacén</td><td>6</td></tr><tr><td>Total</td><td>143</td></tr></table> <p>Fuente: Registro de personal de la compañía minera Casapalca, provincia de Huarochirí, Lima</p>	Áreas de trabajo de personal	Número de trabajadores	Planta	62	Mantenimiento Técnico	12	Albañil	5	mecánico	24	electricista	10	Almacén	6	Total	143
Áreas de trabajo de personal	Número de trabajadores																					
Planta	62																					
Mantenimiento Técnico	12																					
Albañil	5																					
mecánico	24																					
electricista	10																					
Almacén	6																					
Total	143																					

Fuente: Elaboración del investigador.

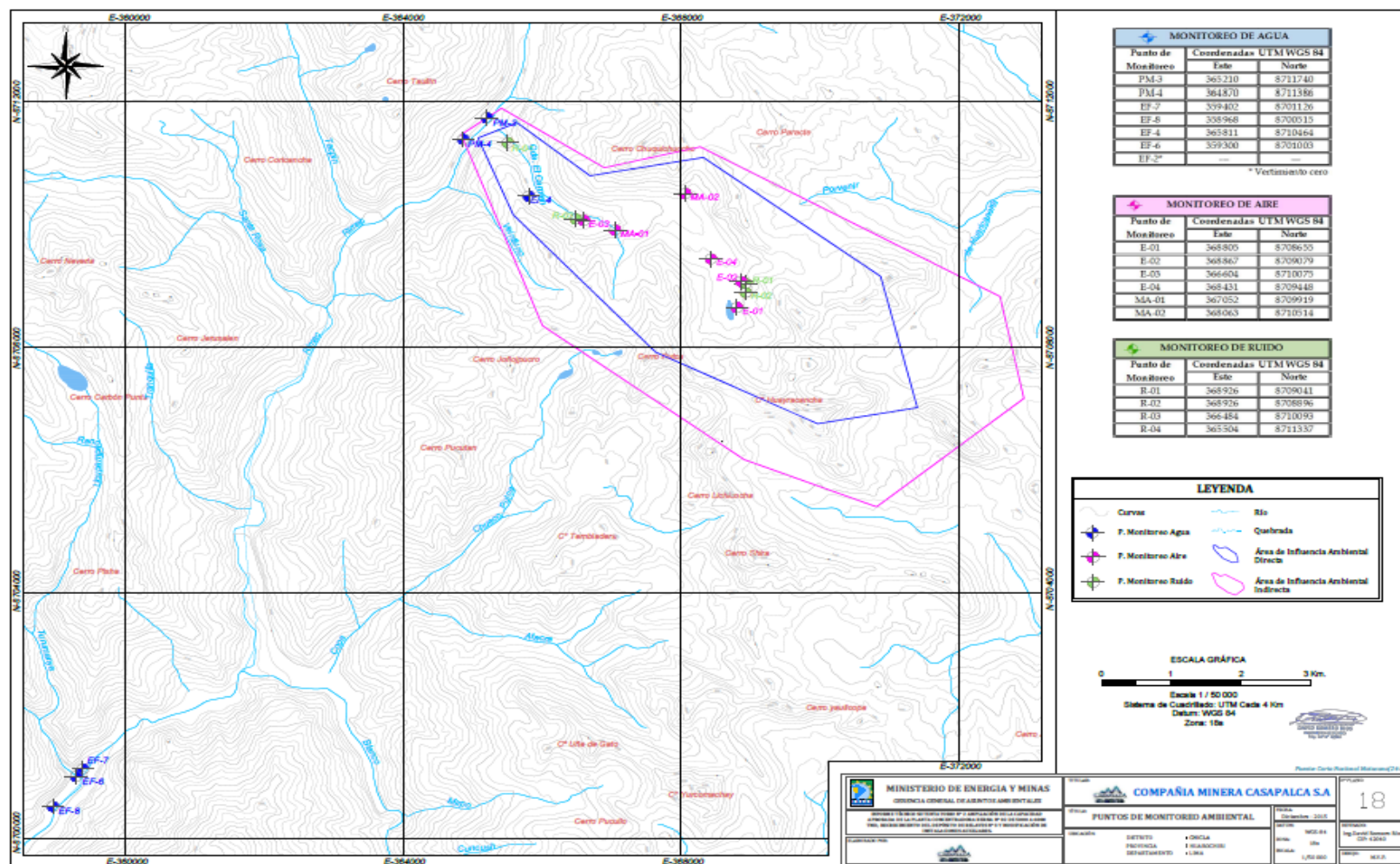
Anexo N° 5:

Mapa de Ubicación de la Operación Minera



Anexo N° 6:

Mapa de Ubicación del punto de monitoreo de PM10- PM2.5



Anexo N° 7:

Fichas de identificación punto de monitoreo de calidad de aire.

I TRIMESTRE

FICHA DE IDENTIFICACION PUNTO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE

NOMBRE DE LA EMPRESA:

CIA MINERA CASAPALCA S.A.

PROCEDENCIA

U.E.A. AMERICANA

IDENTIFICACION DE PUNTO

CODIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:

E-01

TIPO DE MUESTRA:

S

G= Gaseoso

S= Sólido

CLASE DE MUESTRA:

R

E = Emisor

R = Receptor

DESCRIPCION:

A 150 metros de la chancadora primaria y secundaria de la planta chancadora

UBICACIÓN

DISTRITO:

CHICLA

PROVINCIA:

HUAROCHIRI

DEPARTAMENTO:

LIMA

Coordenadas U.T.M.(WGS 84)

Norte:

8708655

Este:

368805

Zona:

18

Altitud:

4867

(17,18 o
19)

(m.s.n.m.)



Elaborado por : J. Ramón del Perú S.A.C

II TRIMESTRE

FICHA DE IDENTIFICACION PUNTO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE

NOMBRE DE LA EMPRESA:

CIA MINERA CASAPALCA S.A.

PROCEDENCIA

U.E.A. AMERICANA

IDENTIFICACION DE PUNTO

CODIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:

E-01

TIPO DE MUESTRA:

S

G= Gaseoso S= Sólido

CLASE DE MUESTRA:

R

E = Emisor R = Receptor

DESCRIPCION:

A 150 metros de la chancadora primaria y secundaria de la Planta Chancadora

UBICACIÓN

DISTRITO:

CHICLA

PROVINCIA:

HUAROCHIRI

DEPARTAMENTO:

LIMA

Coordenadas U.T.M.(WGS 84)

Norte:

8708655

Este:

368805

Zona:

18

(17,18 o
19)

Altitud:

4867

(m.s.n.m.)



Elaborado por : J. Ramón del Perú S.A.C

III TRIMESTRE

FICHA DE IDENTIFICACION PUNTO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE

NOMBRE DE LA EMPRESA:

CIA MINERA CASAPALCA S.A.

PROCEDENCIA

U.E.A. AMERICANA

IDENTIFICACION DE PUNTO

CODIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:

E-01

TIPO DE MUESTRA:

S

G= Gaseoso

S= Sólido

CLASE DE MUESTRA:

R

E = Emisor

R = Receptor

DESCRIPCION:

A 150 metros de la chancadora primaria y secundaria de la Planta Chancadora

UBICACIÓN

DISTRITO:

CHICLA

PROVINCIA:

HUARACHIRI

DEPARTAMENTO:

LIMA

Coordenadas U.T.M.(WGS 84)

Norte:

8708655

Este:

368805

Zona:

18

Altitud:

4867

(17,18 o
19)

(m.s.n.m.)



Elaborado por : J. Ramón del Perú S.A.

IV TRIMESTRE

FICHA DE IDENTIFICACION PUNTO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE

NOMBRE DE LA EMPRESA:	CIA MINERA CASAPALCA S.A.		
PROCEDENCIA	U.E.A. AMERICANA		
IDENTIFICACION DE PUNTO			
CODIGO DEL PUNTO DE MONITOREO:	E-01		
TIPO DE MUESTRA:	S	G= Gaseoso	S= Sólido
CLASE DE MUESTRA:	R	E = Emisor	R = Receptor
DESCRIPCION:	A 150 metros de la chancadora primaria y secundaria de la Planta Chancadora		
UBICACIÓN			
DISTRITO:	CHICLA		
PROVINCIA:	HUAROCHIRI		
DEPARTAMENTO:	LIMA		

Coordenadas U.T.M.(WGS 84)

Norte:	8708655	Este:	368805	Zona:	18 (17,18 o 19)	Altitud:	4867 (m.s.n.m.)
--------	---------	-------	--------	-------	--------------------	----------	--------------------



Elaborado por : J. Ramón del Perú S.A.C

Anexo N° 8:

I TRIMESTRE

REGISTROS METEOROLÓGICOS.

COMPAÑÍA MINERA CASAPALCA S.A.

U.E.A. AMERICANA

MARZO – 2017

E-01						
Fecha	Hora	Temperatura Ambiental (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitacion (mm)	Velocidad del Viento	Direccion del Viento
03/03/2017	11:00	6,0	89	0,00	0,2	OSO
	12:00	6,8	89	0,00	0,3	O
	13:00	6,3	90	0,00	0,2	NNO
	14:00	4,8	92	0,00	0,6	NNO
	15:00	5,6	88	0,00	0,5	NNE
	16:00	2,6	87	0,06	0,5	NNO
	17:00	0,7	91	0,04	0,5	N
	18:00	0,4	93	0,00	0,4	N
	19:00	0,6	94	0,00	0,5	N
	20:00	0,5	94	0,00	0,6	N
	21:00	0,6	94	0,00	0,4	NNE
	22:00	1,1	94	0,00	0,4	N
	23:00	0,6	94	0,00	0,6	OSO
04/03/2017	00:00	0,4	94	0,00	0,3	OSO
	01:00	0,5	95	0,00	0,3	N
	02:00	0,6	95	0,00	0,0	N
	03:00	0,7	95	0,00	0,0	OSO
	04:00	0,6	95	0,00	0,0	OSO
	05:00	0,4	95	0,00	0,0	OSO
	06:00	0,3	95	0,00	0,0	OSO
	07:00	0,6	96	0,00	0,0	N
	08:00	1,3	96	0,00	0,0	N
	09:00	2,8	95	0,07	0,0	N
	10:00	3,2	90	0,05	0,9	OSO

MINIMO	0,0	87	0,00	0,0	N
MAXIMO	6,8	96	0,07	0,9	
PROMEDIO	1,9	93	0,22	0,3	

Nota: Precipitación promedio ≈ Precipitación acumulada

II TRIMESTRE

REGISTRO METEOROLÓGICO COMPAÑÍA MINERA CASAPALCA S.A. U.E.A. AMERICANA

JUNIO – 2017

E-01						
Fecha	Hora	Temperatura Ambiental (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Velocidad del Viento	Dirección del Viento
03/06/2017	08:30	2,7	85	0,00	1,3	NO
	09:30	3,6	80	0,00	2,2	NO
	10:30	4,2	78	0,00	2,7	NO
	11:30	5,3	67	0,00	2,7	ENE
	12:30	5,8	62	0,00	2,7	ENE
	13:30	7,1	50	0,00	2,7	ENE
	14:30	7,5	51	0,00	2,2	ENE
	15:30	7,1	50	0,00	2,7	ENE
	16:30	6,1	68	0,00	2,2	N
	17:30	4,3	75	0,00	1,8	N
	18:30	4,4	78	0,00	0,4	NNO
	19:30	3,5	82	0,00	0,9	NNO
	20:30	3,5	84	0,00	1,3	N
	21:30	3,1	87	0,15	1,3	N
	22:30	2,9	87	0,00	1,3	NNO
	23:30	1,8	88	0,15	2,7	NNO
04/06/2017	00:30	2,2	88	0,00	1,3	NNE
	01:30	2,2	88	0,00	1,8	NNO
	02:30	1,8	90	0,00	1,3	N
	03:30	1,9	90	0,00	1,3	NNE
	04:30	1,6	90	0,00	0,9	N
	05:30	1,7	90	0,00	0,9	N
	06:30	1,5	90	0,00	0,9	N
	07:30	1,4	92	0,00	1,8	N

MINIMO	1,4	50,0	0,00	0,4	N
MAXIMO	7,5	92,0	0,15	2,7	
PROMEDIO	3,6	78,8	0,01	1,7	

III TRIMESTRE

REGISTRO METEOROLÓGICO COMPAÑÍA MINERA CASAPALCA S.A.

U.E.A. AMERICANA

SETIEMBRE – 2017

E-01						
Fecha	Hora	Temperatura Ambiental (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Velocidad del Viento	Dirección del Viento
03/09/2017	11:10	2,4	65	<0,2	4,5	NNE
	12:10	3,5	62	<0,2	3,1	NE
	13:10	4,4	57	<0,2	2,7	NNE
	14:10	4,3	57	<0,2	4,0	NE
	15:10	4,4	59	<0,2	3,1	NE
	16:10	5,0	59	<0,2	2,2	NE
	17:10	4,7	59	<0,2	1,8	ONO
	18:10	4,3	58	<0,2	2,2	NE
	19:10	4,1	58	<0,2	1,8	NE
	20:10	2,7	70	<0,2	1,8	SO
	21:10	2,2	71	<0,2	1,8	SO
	22:10	1,7	73	<0,2	1,3	SO
	23:10	1,5	75	<0,2	1,8	SO
04/09/2017	00:10	0,4	81	<0,2	3,6	SO
	01:10	0,5	81	<0,2	2,7	SO
	02:10	0,3	81	<0,2	2,7	SO
	03:10	0,0	82	<0,2	2,2	SO
	04:10	0,5	83	<0,2	0,9	OSO
	05:10	0,7	81	<0,2	0,9	SSO
	06:10	1,0	82	<0,2	1,3	ESE
	07:10	1,5	78	<0,2	2,2	SO
	08:10	1,9	77	<0,2	2,2	SSO
	09:10	2,0	76	<0,2	2,7	SO
	10:10	2,8	75	<0,2	1,8	N

MINIMO	0,0	57	<0,2	0,9	SO
MAXIMO	5,0	83	<0,2	4,5	
PROMEDIO	2,4	71	<0,2	2,3	

Nota: Precipitación promedio ≈ Precipitación acumulada

Nota 2: Precipitación <0,2 Indica ausencia de lluvia (Por debajo del límite de detección del equipo)

IV TRIMESTRE
REGISTRO METEOROLÓGICO
COMPAÑÍA MINERA CASAPALCA S.A.
U.E.A. AMERICANA

DICIEMBRE – 2017

E-01						
Fecha	Hora	Temperatura Ambiental (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitacion (mm)	Velocidad del Viento	Direccion del Viento
02/12/2017	09:30	6,0	67	0.02	<0,4	CALMA
	10:30	7,3	67	<0,2	<0,4	CALMA
	11:30	9,0	79	<0,2	<0,4	CALMA
	12:30	15,1	80	<0,2	<0,4	CALMA
	13:30	7,8	83	<0,2	0,4	SSE
	14:30	7,8	82	<0,2	1,3	S
	15:30	4,3	84	<0,2	1,3	S
	16:30	2,9	84	<0,2	2,2	S
	17:30	3,1	83	<0,2	4,0	S
	18:30	2,6	84	<0,2	2,7	SE
	19:30	1,3	83	<0,2	2,2	SSE
	20:30	1,3	81	<0,2	1,3	S
	21:30	0,9	80	<0,2	1,8	N
	22:30	0,3	80	<0,2	0,9	ESE
	23:30	0,1	80	<0,2	1,3	SE
03/12/2017	00:30	0,2	74	<0,2	0,4	SSE
	01:30	0,1	64	<0,2	0,9	NNE
	02:30	0,4	57	<0,2	<0,4	CALMA
	03:30	0,2	56	<0,2	0,4	SSE
	04:30	0,2	41	<0,2	0,4	SSE
	05:30	1,1	67	0.01	0,9	SSE
	06:30	3,2	80	0,03	<0,4	CALMA
	07:30	4,3	80	<0,2	0,4	O
	08:30	5,7	81	<0,2	0,4	O

MINIMO	0,1	41	<0,2	<0,4	SSE
MAXIMO	15.1	84	0.03	4,0	
PROMEDIO	3,5	75	0,06	1	

Nota: Precipitación promedio ≈ Precipitación acumulada

Nota 2: Precipitación <0,2 Indica ausencia de lluvia (Por debajo del límite de detección del equipo)

Nota 3: Velocidad <0,4 Indica ausencia de viento - Se reporta CALMA (Por debajo del límite de detección del

Anexo N° 9:

Informe de ensayo de laboratorio.

I TRIMESTRE

INFORME DE ENSAYO N° MA17030151 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : CIA MINERA CASAPALCA SA
Domicilio Legal : CALLOS CAROLINOS NRO. 199 URB. ARMENDARIZ LIMA - LIMA - MIRAFLORES
Solicitado Por : CIA MINERA CASAPALCA
Referencia : MONITOREO TRIMESTRAL CALIDAD DE AIRE - U.E.A. AMERICANA - MARZO 2017

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia	: U.E.A. AMERICANA	Fecha de Muestreo	: 03-06/03/2017
Plan de Muestreo	: Realizado por J. Ramón del Perú S.A.C.(**)	Fecha de Recepción	: 08/03/2017
Cantidad de Muestras	: 6	Fecha Inicio Ensayo	: 08/03/2017
Condición de la Muestra	: Filtros y soluciones en buen Estado		

METODOS DE ENSAYO

PARAMETROS	NORMA
Dióxido de Azufre	EPA 40 CFR PART 50 APPENDIX A, 2010
Material Particulado (PM _{2,5})	AS/NZS 3580.9.10, 2006
Material Particulado (PM ₁₀)	NTP 900.030, 1era Edición 2003
Metales ICP-MS (Arsénico, Cobre y Plomo)	EPA IO-3.5 "Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP-MS)"
Monóxido de Carbono (*)	JRAMON-A-02 (Análisis de Contaminantes del Aire Peter O. JRAMON-A-02. (Warner. Validado)

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(**) Procedimiento para el muestreo ambiental de calidad de aire - SIG-MO-P-02

SIGLAS: "EPA": U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, "NTP": Norma Técnica Peruana.

INFORME DE ENSAYO N° MA17030151 CON VALOR OFICIAL

	Cod. Cliente		E-01	E-02	E-03	E-04
	Descripción		A 150 metros de la chancadora primaria y secundaria de la Planta Chancadora	A 100 metros del laboratorio.	A 100 metros de las oficinas administrativas de los campamentos El Carmen.	A 5 metros del campamento Eloda.
	Cod. Lab.		MA17030151.01MA17030151.02MA17030151.03MA17030151.04			
	Tipo de Producto		Aire	Aire	Aire	Aire
	Fecha de Muestreo		03/03/2017	04/03/2017	04/03/2017	05/03/2017
	Hora de Muestreo		10:10	10:40	11:00	11:30
	Cadena de Custodia		43260	43260	43260	43260
Parametros	Unidad	L.D.	Resultados			
Arsénico	µg/m3	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Cobre	µg/m3	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004
Dióxido de Azufre	µg/m3	13,0	<13	<13	<13	<13
Material Particulado (PM10)	µg/m3	0,5	91,5	66,2	86,7	69,4
Material Particulado (PM2.5)	µg/m3	0,5	8,0	5,4	8.5	6.8
Plomo	µg/m3	0,0046	<0,0046	<0,0046	<0,0046	<0,0046

Cod. Cliente	MA-01	MA-02
Descripción	Equipo ubicado en el relleno sanitario del Carmen, al pie de la torre de energía	Equipo ubicado a 200 metros de la relavera N°3, cerca al canal de coronación
Cod. Lab.	MA17030151.05MA17030151.06	

	Tipo de Producto		Aire	Aire
	Fecha de Muestreo		42799	42800
	Hora de Muestreo		0.5	0.50694444
	Cadena de Custodia		43260	43260
Parametros	Unidad	L.D.	Resultados	
Dióxido de Azufre	µg/m3	13,0	<13	<13
Material Particulado (PM10)	µg/m3	0,5	51,4	53,4
Monóxido de carbono (*)	µg/m3	138,0	209	219

Leyenda: L.D = Limite de detección r = Resolución

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Tiempo de Percibilidad de Muestras
Metales (aire) : 30días

II TRIMESTRE

INFORME DE ENSAYO Nº MA17060221 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : CIA MINERA CASAPALCA SA
Domicilio Legal : CALLOS CAROLINOS NRO. 199 URB. ARMENDARIZ LIMA - LIMA - MIRAFLORES
Solicitado Por : CIA MINERA CASAPALCA SA
Referencia : MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE - MEM

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia	: U.E.A. AMERICANA	Fecha de Muestreo	: 02-05/06/2017
Plan de Muestreo	: Realizado por J. Ramón del Perú S.A.C.(**)	Fecha de Recepción	: 07/06/2017
Cantidad de Muestras	: 6	Fecha Inicio Ensayo	: 07/06/2017
Condición de la Muestra	: Filtros y soluciones en buen Estado		

METODOS DE ENSAYO

PARAMETROS	NORMA
Arsénico (*)	EPA/625/R-96/010a, Method IO-3.3, 1999
Cobre (*)	EPA/625/R-96/010a, Method IO-3.4, 1999
Dióxido de Azufre	EPA 40 CFR PART 50 APPENDIX A, 2010
Material Particulado (PM10)	NTP 900.030, 1era Edición 2003
Material Particulado (PM2.5)	AS/NZS 3580.9.10:2006, 2006
Monóxido de Carbono (*)	JRAMON-A-02 (Análisis de Contaminantes del Aire Peter O. Warner.
Plomo	NTP 900.032, 1a Edición, 2003

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(**) Procedimiento para el muestreo ambiental de calidad de aire - SIG-MO-P-02

SIGLAS: "EPA": U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, "NTP": Norma Técnica Peruana.

INFORME DE ENSAYO N° MA17060221
CON VALOR OFICIAL

	Cod. Cliente		E-02	E-01	E-04	MA-02	MA-01
	Descripción		A 100 metros del laboratorio.	A 150 metros de la chancadora primaria y secundaria de la	A 5 metros del campamento Eloda.	Equipo ubicado a 200 metros de la relavera N°3 cerca al canal de coronacion	Equipo ubicado en el relleno sanitario del Carmen al pie de la torre de energia
	Cod. Lab.		MA17060221.01	MA17060221.02	MA17060221.03	MA17060221.04	MA17060221.05
	Tipo de Producto		Aire	Aire	Aire	Aire	Aire
	Fecha de Muestreo		02/06/2017	03/06/2017	03/06/2017	04/06/2017	04/06/2017
	Hora de Muestreo		08:00	08:30	09:00	08:50	09:25
	Cadena de Custodia		44377	44377	44377	44377	44377
Parametros	Unidad	L.D.	Resultados				
Arsénico	µg/m3	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0019
Cobre	µg/m3	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,01833
Dióxido de Azufre	µg/m3	13,0	<13	<13	<13	<13	<13
Material Particulado (PM10)	µg/m3	0,5	91,5	66,2	86,7	69,4	13,6
Material Particulado (PM2.5)	µg/m3	0,5	8,0	5,4	8.5	6.8	1,5
Monóxido de Carbono (*)	µg/m3	138	K	K	K	236	224
Plomo	ua/m3	0,0046	<0,0046	<0,0046	<0,0046	<0,0046	<0,0046

Cod. Cliente	MA-01		
Descripción	A 100 metros de las oficinas administrativas de los campamentos El Carmen.		
Cod. Lab.	MA17060221.06		
Tipo de Producto	Aire		
Fecha de Muestreo	05/06/2017		
Hora de Muestreo	09:40		
Cadena de Custodia	44377		
Parametros	Unidad	L.D.	Resultados

Arsénico (*)	µg/m3	0,0004	0,0032
Cobre (*)	µg/m3	0,00004	0,02482
Dióxido de Azufre	µg/m3	13	<13
Material Particulado (PM10)	µg/m3	0,5	20,4
Material Particulado (PM2.5)	µg/m3	0,5	2,3
Monóxido de Carbono (*)	µg/m3	138	K
Plomo	µg/m3	0,0046	0,0097

Leyenda: L.D = Limite de detección r = Resolución

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Tiempo de Perecibilidad de Muestras
Metales (aire) : 50días

III TRIMESTRE

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO Nº LE - 028

INFORME DE ENSAYO Nº MA17090135 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : CIA MINERA CASAPALCA SA
Domicilio Legal : CAL.LOS CAROLINOS NRO. 199 URB. ARMENDARIZ LIMA - LIMA - MIRAFLORES
Solicitado Por : CIA MINERA CASAPALCA SA
Referencia : MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE-MEM
DATOS DE LA MUESTRA
Procedencia : U.E.A. AMERICANA
Plan de Muestreo : Realizado por J. Ramón del Perú S.A.C.(**)
Cantidad de Muestras : 6
Condición de la Muestra : Filtros y soluciones en buen Estado

Fecha de Muestreo : 02-05/09/2017
Fecha de Recepción : 07/09/2017
Fecha Inicio Ensayo : 07/09/2017

METODOS DE ENSAYO

PARAMETROS	NORMA
Dióxido de Azufre	EPA 40 CFR PART 50 APPENDIX A, 2010
Material Particulado (PM2,5)	AS/NZS 3580.9.10, 2006
Material Particulado (PM10)	NTP 900.030, 1era Edición 2003
Metales ICP - MS	

	EPA IO-3.5 "Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP-MS)"
Monóxido de Carbono (*)	JRAMON-A-02 (Análisis de Contaminantes del Aire Peter O. JRAMON-A-02. (Warner. Validado)

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(**) Procedimiento para el muestreo ambiental de calidad de aire - SIG-MO-P-02

SIGLAS: "EPA": U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, "NTP": Norma Técnica Peruana.

INFORME DE ENSAYO Nº MA17090135 **CON VALOR OFICIAL**

	Cod. Cliente		E-02	E-01	E-04	MA-02	MA-01
	Descripción		A 100 metros del laboratorio.	A 150 metros de la chancadora primaria y secundaria de la	A 5 metros del campamento Eloda.	Equipo ubicado a 200 metros de la relavera N°3 cerca al canal de coronacion	Equipo ubicado en el relleno sanitario del Carmen al pie de la torre de energia
	Cod. Lab.		MA17060221.01	MA17060221.02	MA17060221.03	MA17060221.04	MA17060221.05
	Tipo de Producto		Aire	Aire	Aire	Aire	Aire
	Fecha de Muestreo		02/06/2017	03/06/2017	03/06/2017	04/06/2017	04/06/2017
	Hora de Muestreo		11:20	11:50	11:10	12:00	12:20
	Cadena de Custodia		45398	45398	45398	45398	45398
	Parametros		Unidad	L.D.	Resultados		
Arsénico	µg/m3	0,00012	0,01415	0,00315	0,00582	0,00110	0,00425
Cobre	µg/m3	0,00012	0,00020	<0,00002	<0,00012	k	k
Plomo	µg/m3	0,00009	0,27265	0,01933	0,04342	0,00780	0,02005

Cod. Cliente	E-03
Descripción	A 100 metros de las oficinas administrativas de los campamentos El Carmen.
Cod. Lab.	MA17090135.06

	Tipo de Producto	Aire	
	Fecha de Muestreo	05/09/2017	
	Hora de Muestreo	12:40	
	Cadena de Custodia	45398	
Parametros	Unidad	L.D.	Resultados
Arsénico	µg/m3	0,00012	0,00679
Cobre	µg/m3	0,00012	0,00014
Plomo	µg/m3	0,00009	0,04697

Leyenda: L.D = Limite de detección r = Resolución

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Tiempo de Perecibilidad de Muestras
Metales (aire) : 30días

IV TRIMESTRE

INFORME DE ENSAYO N° MA17120070 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : CIA MINERA CASAPALCA SA
Domicilio Legal : CALLOS CAROLINOS NRO. 199 URB. ARMENDARIZ LIMA - LIMA - MIRAFLORES
Solicitado Por : CIA MINERA CASAPALCA
Referencia : MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE - MEM - DICIEMBRE 2017

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia	: U.E.A. AMERICANA	Fecha de Muestreo	: 02-06/12/2017
Plan de Muestreo	: Realizado por J. Ramón del Perú S.A.C.(**)	Fecha de Recepción	: 07/12/2017
Cantidad de Muestras	: 6	Fecha Inicio Ensayo	: 07/12/2017
Condición de la Muestra	: Filtros y soluciones en buen Estado		

METODOS DE ENSAYO

PARAMETROS	NORMA
Dióxido de Azufre	EPA 40 CFR PART 50 APPENDIX A, 2010
Material Particulado (PM2,5)	AS/NZS 3580.9.10, 2006
Material Particulado (PM10)	NTP 900.030, 1era Edición 2003
Metales ICP - MS (*)	EPA IO-3.5 "Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductivel y Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP-MS)"
Monóxido de Carbono (*)	JRAMON-A-02 (Análisis de Contaminantes del Aire Peter O. JRAMON-A-02. (Warner. Validado)

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(**) Procedimiento para el muestreo ambiental de calidad de aire - SIG-MO-P-02

SIGLAS: "EPA": U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, "NTP": Norma Técnica Peruana.

INFORME DE ENSAYO Nº MA17120070 CON VALOR OFICIAL

	Cod. Cliente		E-02	E-01	E-04	MA-02	MA-01		
	Descripción		A 100 metros del laboratorio.	A 150 metros de la chancadora primaria y secundaria de la	A 5 metros del campamento Eloda.	Equipo ubicado a 200 metros de la relavera N°3 cerca al canal de coronacion	Equipo ubicado en el relleno sanitario del Carmen al pie de la torre de energia		
	Cod. Lab.		MA17060221.01	MA17060221.02	MA17060221.03	MA17060221.04	MA17060221.05		
	Tipo de Producto		Aire	Aire	Aire	Aire	Aire		
	Fecha de Muestreo		02-03/12/2017	03-04/12/2017	05-06/12/2017	03-04/12/2017	04-05/12/2017		
	Hora de Muestreo		09:30	10:00	12:30	10:30	11:00		
	Cadena de Custodia		46447	46447	46447	46447	46447		
Parametros			Unidad	L.D.	Resultados				
Metales ICP - MS (*)									
Arsénico			µg/m3	0,00012	0,00200	0,01454	0,02238	0,00221	0,00420
Cobre			µg/m3	0,00012	0,03882	1,286	0,08232	0,02753	J
Plomo			µg/m3	0,00009	0,01854	0,60300	0,17392	0,01574	0,01952

Cod. Cliente	E-03
Descripción	A 100 metros de las oficinas administrativas de los campamentos El Carmen.
Cod. Lab.	MA17090135.06
Tipo de Producto	Aire

	Fecha de Muestreo	04-05/12/2017	
	Hora de Muestreo	11:30	
	Cadena de Custodia	46447	
Parametros	Unidad	L.D.	Resultados
Arsénico	µg/m3	0,00012	0,00139
Cobre	µg/m3	0,00012	J
Plomo	µg/m3	0,00009	0,01125

Leyenda: L.D = Limite de detección r = Resolución

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Tiempo de Perecibilidad de Muestras
Metales (aire) : 30días

Anexo N° 10:

Trabajadores reasignados por enfermedad ocupacional por áreas o zona de trabajo en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de Huarochirí, Lima periodo 2016- 2017.

Zona o Área	Trabajadores Reasignados por Enfermedad Ocupacional											
	Neumoco niosis		Efectos en el oído		Lumbalgia		Espondilolis tesis I4 - I5		HIR I		TOTAL	
			grado III									
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Planta concentradora	3	60	1	20	0	0	0	0	1	20	5	71.43
Veta Juanita	0	0	0	0	1	100	0	0	0	0	1	14.29
Veta Oroya	0	0	0	0	0	0	1	100	0	0	1	14.29
TOTAL	3	42.86	1	14.29	1	14.29	1	14.29	1	14.29	7	100

FUENTE:: REGISTRO DE TRABAJADROES REASIGNADOS COMPAÑIA MINERA CASAPALCA. S.A.

Análisis e interpretación:

Al analizar el porcentaje de trabajadores reasignados por enfermedad ocupacional por áreas o zona de trabajo en la compañía minera Casapalca S.A, provincia de

Huarocharí, Lima periodo 2016 -2017, se observa que el mayor porcentaje se presentó en la planta concentradora con 5 casos de enfermedad ocupacional (03 casos de neumoconiosis y 01 efectos en el oído grado III y 01 HIR I), seguido de la veta juanita y veta oroya con 01 caso cada una.

Anexo N° 11:
Certificado de calibración.

Certificado	 INACAL Instituto Nacional de Calidad Acreditación
<p>La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en ejercicio de las atribuciones conferidas por Ley N° 30224, Ley de Creación del INACAL, y conforme al Reglamento de Organización y Funciones del INACAL, aprobado por DS N° 004-2015-PRODUCE y modificado por DS N° 008-2015-PRODUCE, OTORGA la presente Renovación de la Acreditación a:</p>	
J. RAMÓN DEL PERÚ S.A.C.	
<p>En su calidad de Laboratorio de Ensayo</p>	
<p>Con base en el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración, para el alcance de la acreditación contenido en el formato DA-acr-OSP-17F, facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Valor Oficial</p>	
<p>Sede Acreditada: Av. Paseo de la República Nro. 3780 (Oficinas Administrativas), distrito de San Isidro, y en Av. Los Eucaliptos, Sector Santa Genoveva, Parcelas 3-4 y 5 (Laboratorios), distrito de Lurin, provincia de Lima y departamento de Lima</p>	
<p>Fecha de Renovación: 07 de febrero de 2014 Fecha de Vencimiento: 07 de febrero de 2018</p>	
<p>Registro N° LE - 028 Fecha de emisión: Jueves 3 de setiembre de 2015 DA-acr-01P-02M Ver. 00</p>	<div data-bbox="1709 1049 1730 1130" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">0000113</div> <div data-bbox="1226 1154 1633 1357"><p>Augusto Mello Romero Director - Dirección de Acreditación</p></div>

Anexo N° 12:
Panel fotográfico del monitoreo de PM10-PM2.5.







FOTO 05: Programación del monitoreo del material particulado (PM10 y PM 2.5).



FOTO 06: Programación del monitoreo del material particulado (PM10 y PM 2.5).



FOTO 07: Programación del monitoreo del material particulado (PM10 y PM 2.5).

Anexo N°13:

Protocolo de monitoreo de calidad del aire.

1. Introducción

1.1 Antecedentes

El actual documento es el primer protocolo de monitoreo de la calidad del aire que la DIGESA ha pulido para la estandarización y el aseguramiento de la calidad del monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos que se cumplan en el país.

Actualmente, el país cuenta con el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, aceptado mediante Decreto Supremo N° 074-2001-PCM que es un documento de gestión de la calidad del aire en el país, el cual favorece a determinar los criterios para la protección de la calidad ambiental, así como los lineamientos estratégicos para lograr progresivamente la protección de la salud de las personas.

El Decreto Supremo N° 074-2001-PCM en su artículo 12 señala que el monitoreo de la calidad del aire y la evaluación de los resultados en el ámbito nacional es una acción de carácter intacta, a cargo del Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), quien podrá encargar a instituciones públicas o privadas dichas labores.

también, se cuenta con el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire, aceptado mediante Decreto

Supremo N° 009-2003-SA, documento de gestión que accede la implementación de un conjunto de medidas predeterminadas para la prevención de riesgos a la salud y la exposición aguda de la población a los contaminantes del aire.

1.2 Alcance del protocolo

Este protocolo está esbozado para facilitar a los operadores del monitoreo de la calidad del aire, mediante los principios básicos para la operación de una red de monitoreo de la calidad del aire en exteriores, para centros poblados en sus diferentes etapas, así como la gestión de los datos.

A pesar de que el enfoque de este documento son los contaminantes de la calidad ambiental del aire, se han adjunto algunos puntos de monitoreo meteorológico por ser parte exhaustivo del monitoreo de la calidad del aire.

Este protocolo no contiene los principios para el monitoreo de fuentes fijas. La información relacionada al monitoreo de emisiones puede encontrarse en el Sector correspondiente.

2. Propósito

Este protocolo contiene información para la instalación y operación de sistemas de monitoreo de calidad del aire, a manera el manejo de los datos una vez recaudados.

El propósito de este protocolo es ser un instrumento para el fortalecimiento de la calidad para la operación y tratamiento de los datos generados, a habilidad de los operadores de redes de monitoreo de la calidad del aire, de modo que afirme que el monitoreo se realice correctamente, sea estable, eficiente y genere la información necesaria con el mínimo de recursos.

3. Base legal

El Artículo 2° inciso 22 de la Constitución Política del Perú establece que es deber fundamental del Estado avala el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida. Así mismo, el Artículo 67° señala que el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales.

La Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, implanta la responsabilidad del Estado de promover el aprovechamiento sostenible de la atmósfera y su manejo racional, teniendo en cuenta su capacidad de transformación.

El Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, en su Título Preliminar, Artículo I establece que es obligación de toda la preservación del ambiente y consagra la obligación del Estado de advertir y controlar cualquier

proceso de menoscabo o depredación de los recursos naturales que puedan estorbar con el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad.

3.1 Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

El Decreto Supremo N° 074-2001-PCM en su Artículo 4 establece los estándares primarios de calidad del aire y los niveles de concentración máxima para los siguientes contaminantes criterio:

Estándares nacionales de calidad del aire

Contaminante	Periodo	Forma del estándar Valor	Formato	Método de análisis
PM _{2.5}	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración gravimétrica
	24 horas	150	NE. Más de 3 veces al año.	
PM ₁₀	Anual	15	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración gravimétrica
	24 horas	65	NE. Más de 3 veces al año.	

FUENTE: D.S. N° 074-2001-PCM.

3.2 Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta por contaminación del aire

El Decreto Supremo N° 009-2003-SA en su Artículo 3 establece los niveles de alerta de los siguientes contaminantes críticos del aire:

Niveles de alerta por contaminantes

Tipos de alerta	Material particulado (PM ₁₀)
CAUIDADO	>250 ug/m ³ prom. Aritmético en 24 horas
PELIGRO	>350 ug/m ³ prom. Aritmético en 24 horas
EMERGENCIA	>420 ug/m ³ prom. Aritmético en 24 horas

FUENTE: D.S. N° 0074-2001-PCM.

4. Objetivos del monitoreo de la calidad del aire

4.1 Objetivo general

Vigilar la calidad del aire ambiental forjando información confiable, confrontable y representativa, para su aplicación en las estrategias nacionales para la protección de la salud de la población y del entorno.

4.2 Objetivos específicos

- Determinar concentraciones específicas en áreas de alta densidad de población para calcular el impacto en salud de la exposición de la población a los contaminantes atmosféricos. Evaluar el acatamiento del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.
- Aplicar el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta por contaminación del aire, donde afecte.
- Validar y calibrar los inventarios de emisiones y modelos de difusión de contaminantes para el augurio de la calidad del aire.
- Determinar la ubicación de las estaciones de monitoreo con fines de pronóstico.

5. Diseño del monitoreo

El diseño y planificación del monitoreo estriban de los objetivos que se desean lograr, la destitución de recursos (económicos, humanos y tiempo), los contaminantes que se van a monitorear, la estrategia de monitoreo y el equipamiento preciso, tipo de inquisición requerida (periodo de monitoreo), calidad de la información (exactitud, precisión, representatividad y comparabilidad) y del beneficiario para la genera la información.

La definición y documentación de los objetivos del monitoreo, así como la ilustración de los objetivos de la calidad de los datos han realizarse fundamento el uso eficaz de los recursos, la implementación del sistema de fortalecimiento de la calidad en el proceso y el diseño apropiado de la red de monitoreo.

6. Escalas del monitoreo

La escala del monitoreo de la calidad del aire debe ser concurrente con el objetivo del monitoreo en un lugar, a una escala espacial adecuada y específica, para así proporcionar la localización física de las estaciones de monitoreo. La escala de representatividad espacial relativa a cada contaminante se precisa para instaurar la relación entre los objetivos de monitoreo y localización física de la estación de monitoreo.

De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) se utilizan cuatro escalas de representatividad espacial para ubicar los métodos de monitoreo, donde cada escala espacial se esboza para cumplir con los objetivos específicos de monitoreo.

Definición de escalas para la realización de monitoreos ambientales

Categoría de escala	Definición
Micro escala	Define las concentraciones en volúmenes de aire asociados con dimensiones de área de algunos metros hasta 100 metros.
Escala Media	Define concentraciones típicas de áreas que pueden comprender desde 100 metros hasta 0.5 kilómetros.
Escala Local	Define concentraciones en un área con uso de suelo relativamente uniforme, cuyas dimensiones abarcan de 0.5 a 4.0 kilómetros.
Escala Regional	Define todas las condiciones de una ciudad con dimensiones en un rango de 4 a 50 kilómetros.
Escala Nacional o Global	Las mediciones que corresponden a esta escala representan concentraciones características de la nación o del mundo como un todo.

Fuente: US EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos).

7. Selección de parámetros a monitorear

Los contaminantes son derivados por fuentes fijas y móviles, los cuales pueden concebir problemas a largo plazo de su desalojo y generar contaminantes secundarios. El alto costo del monitoreo de la calidad del aire con equipos

mecanizados en las redes no permiten monitorear todos los contaminantes que se generan, por lo que las redes de monitoreo registran contaminantes que representan la calidad del aire de un área determinada. Los contaminantes a ser monitoreados son los indicados en el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM.

8. Frecuencia del monitoreo y periodos de muestreo

El término muestreo de monitoreo indica el número de muestras que se tomarán o llevarán a cabo en un momento de tiempo, en un punto o en un área de muestreo.

La frecuencia del monitoreo de cada uno de los contaminantes acata de los objetivos del monitoreo y de la normativa nacional que instaure las etapas de evaluación (Decreto Supremo N° 074-2001-PCM y Decreto Supremo N° 009-2003-SA).

Para establecer valores medios anuales se recomienda muestreos individuales con una frecuencia de 1 a 2 veces por semana, dependiendo de las concentraciones y variando el día de la semana (ejemplo: tomar muestreos cada seis días), de manera que se tomen muestras de todos los días de la semana, de acuerdo a los objetivos del programa. Para el monitoreo de gases con la técnica de tubos pasivos son usuales las frecuencias semanales y mensuales.

Estas mediciones no pueden ser comparadas con normas horarias. El periodo de muestreo es el tiempo de toma de muestra de una lectura individual y corresponde al periodo en que se lleva a cabo la determinación de concentraciones de los contaminantes.

9. Selección de métodos de medición

9.1 Criterios para la selección de métodos

Es recomendable preferir la técnica idónea para desdoblarse las tareas, si se emplea un método impropio, demasiado adulterado o que conduce a errores, el desempeño de la red podría ser defectuoso, generar datos de poca utilidad y –lo que es peor– pérdida de recursos. Si bien los objetivos del monitoreo son

el primordial factor que se debe reflexionar para el diseño, también es significativo tener en cuenta las limitaciones de recursos y la disponibilidad de personal idóneo. Es inevitable lograr un equilibrio entre los costos del equipo, la complejidad, la confiabilidad y el desempeño. Los sistemas más audaces pueden aprovisionar datos cada vez más refinados pero su evolución es más sofisticada y difícil. Los aspectos a considerar en la selección del método de medición son los siguientes:

Parámetros técnicos:

- Selectividad: indica el grado por el cual un método puede determinar un contaminante sin ser interferido por otros componentes.
- Especificidad: indica el grado de interferencias en la determinación
- Límite de detección: es la concentración mínima detectable por un sistema de medición
- Sensibilidad: tasa o amplitud de cambio de la lectura del instrumento con respecto a los cambios de los valores característicos de la calidad del aire.
- Exactitud: grado de acuerdo o semejanza entre el valor verdadero y el valor medio o medido. Depende tanto de la especificidad del método como de la exactitud de la calibración, que a su vez depende de la disponibilidad de estándares primarios y de la forma como es calibrado el equipo. Indica la ausencia de errores por predisposición o sesgo por azar.
- Precisión: Grado de acuerdo o semejanza entre los resultados de una serie de mediciones aplicando un método bajo condiciones predeterminadas y el valor medio de las observaciones.
- Calibración del instrumento: disponibilidad de gases de calibración en el mercado (estándares primarios) y a su aplicación en el sistema de muestreo, así como a la necesidad de la frecuencia de su uso.
- Gases de calibración: gases primarios o secundarios
- Tiempo de respuesta del instrumento: corresponde al tiempo necesario para que el monitor responda a una señal dada, o sea el periodo transcurrido desde la entrada del contaminante al instrumento de medición hasta la emisión del valor de la medición. Se suele distinguir dos partes, el

tiempo de retraso, aquel en que se alcanza el 10% del cambio final en el instrumento de lectura y el tiempo de crecimiento o caída, durante el cual se pasa del 10% al 90% del cambio final en el instrumento de lectura.

9.1.1 Descripción de los diferentes métodos

De acuerdo a la Guías de la Calidad del Aire de la OMS, los métodos de monitoreo se logran dividir en cuatro tipos genéricos principales con diferentes costos y niveles de desempeño e incluyen a los muestreadores pasivos, muestreadores activos, analizadores automáticos y sensores remotos.

Muestreadores pasivos

Ofrecen un método simple y eficaz en función de los costos para realizar el tanteo de la calidad del aire en un área determinada. A través del esparcimiento molecular a un material absorbente para contaminantes concretos, se acopia una muestra completada durante un determinado periodo (que generalmente varía entre una semana y un mes). Los bajos costos por unidad permiten muestrear en diversos puntos del área de interés, lo cual sirve para equilibrar los lugares críticos donde hay una alta concentración de contaminantes, como las vías principales o las fuentes de emisión, y donde se deben efectuar estudios más detallados.

Para aprovechar al máximo esta técnica, se debe contar con un diseño cuidadoso del estudio y vigilar los procedimientos de aseguramiento y control de la calidad seguidos en el laboratorio durante el análisis de la muestra.

Muestreadores activos

Las muestras de contaminantes se recogen por medios físicos o químicos para su posterior análisis en el laboratorio. Por lo general, se bombea un espesor conocido de aire a través de un colector –como un filtro (muestreador activo manual) o una solución química (muestreador activo automático)- durante un concluyente periodo y luego se descarta para el análisis. Hay una larga historia de mediciones con muestreadores en

muchas partes del mundo, lo que proporciona datos valiosos de línea de base para análisis de tendencias y comparaciones. Los sistemas de muestreo (para gases), el acondicionamiento de muestras, los sistemas de aprobación para el material particulado (MP) y los procedimientos de laboratorio son factores clave que fiscalizan en la calidad de los datos finales.

10. Implementación de las estaciones de monitoreo

10.1 Requisitos mínimos

10.1.1 Acceso

El lugar para la ubicación de la estación de monitoreo debe ser viable en todo instante y debe contar con un área para que los vehículos con el personal comprometida ingresen al lugar, así como los vehículos de entrega de los cilindros de gases de calibración para el caso de estaciones con equipos automáticos, de modo que el abastecimiento de los mismos se realice sin dificultad.

La estructura de la estación de monitoreo debe ser delineada de modo que ofrezca un fácil camino a los métodos de operación y mantenimiento rutinario de los equipos. Así mismo, deben ajustar a las condiciones climáticas del área en estudio. Las estaciones con equipos automáticos deben contar con acceso a una conexión telefónica.

11.1.2 Seguridad

La estación de monitoreo automático y las casetas para monitoreo eficaz deben tener las garantías suficientes contra el vandalismo y el acceso limitado mediante cerramientos y mallas de seguridad.

11.1.3 Materiales

Las casetas salvaguardarán a los equipos de monitoreo activo y automáticos deben confeccionarse con materiales de aluminio y acero, asimismo de ser diseñadas para controlar las vibraciones y la luminosidad

monstruosa sobre los instrumentos. Las casetas, en el caso del monitoreo automático, deben estar validas frente a la caída de rayos y el exceso de voltaje.

Los contenedores para el monitoreo pasivo deben ser de PVC y estar lo adecuadamente reforzados para tolerar los efectos de la lluvia y corrientes muy fuertes de viento.

11.1.4 Suministro eléctrico

El diseño de la estación de monitoreo automática, así como la caseta para el monitoreo activo, debe cerciorar suministro eléctrico para los equipos que primariamente se localicen moviendo y también para futuras ampliaciones. Los circuitos eléctricos deben llevar la corriente eléctrica forzosa y se debe presentir la colocación de un pararrayos, de ser solicitado, con la conveniente toma a tierra.